



Økonomiske analyser for landbruget af omkostnings-effektive klimatiltag

Dubgaard, Alex; Nissen, Carsten Junker Vogler; Jespersen, Hanne Marie Lundsberg; Gylling, Morten; Jacobsen, Brian Højland; Jensen, Jørgen Dejgård; Hjort-Gregersen, Kurt; Kejser, Anne Taasti; Helt-Hansen, Julie

Publication date:
2010

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Dubgaard, A., Nissen, C. J. V., Jespersen, H. M. L., Gylling, M., Jacobsen, B. H., Jensen, J. D., Hjort-Gregersen, K., Kejser, A. T., & Helt-Hansen, J. (2010). *Økonomiske analyser for landbruget af omkostnings-effektive klimatiltag*. Fødevareøkonomisk Institut, Københavns Universitet. Rapport / Fødevareøkonomisk Institut Nr. 205

Fødevareøkonomisk Institut

Rapport nr. 205

Økonomiske analyser for landbruget af omkostnings- effektive klimatiltag

Economic Efficiency Assessment of Climate Measures for
Agriculture

Alex Dubgaard, Carsten J. Nissen, Hanne Lundsberg Jespersen, Morten Gylling, Brian H. Jacobsen, Jørgen Dejgård Jensen, Kurt Hjort-Gregersen, Anne T. Kejser og Julie Helt-Hansen

København 2010

ISBN 978-87-92591-01-2 (Økonomiske analyser for landbruget af omkostnings-
effektive klimatiltag)

Indholdsfortegnelse

Forord	9
Opgavebeskrivelse og hovedresultater	11
1.1. Drifts- og velfærdøkonomiske beregninger	12
1.2. Analyserede tiltag	12
1.3. Resume af beregningsforudsætninger	14
1.4. Resume af reduktionsomkostningsberegninger	17
2. Forventet landbrugsudvikling og reduktionspotentiale	25
2.1. Tiltag og forventet reduktionspotentiale	25
2.1.1. Grundlaget for skøn over reduktionspotentialer	25
2.1.2. Afgrænsning mellem kvoteomfattet og ikke-kvoteomfattet område	26
2.2. Forventet udvikling i landbrugsareal og husdyrproduktion	28
2.2.1. Husdyrproduktion	28
2.2.2. Arealanvendelse	31
2.2.3. DMU's forventninger til udviklingen i landbrugsproduktionen	31
2.2.4. Sammenfatning af den forventede udvikling i landbrugsproduktionen	32
3. Implementeringsinstrumenter knyttet til tiltag i analysen	33
3.1. Husdyrgødning til biogas i kraftvarmeproduktion	33
3.2. Pileflis til brændsel	34
3.3. Fedt i foder til malkekøer	35
3.4. Efterafgrøder og mellemafgrøder	36
3.5. Reduceret jordbearbejdning	36
3.6. Forbedret kvælstofudnyttelse ved anvendelse af nitrifikationshæmmere	36
3.7. Udtagning af landbrugsjord til vedvarende græs og skovrejsning m.m.	37
3.8. Forsuring af gylle	37
3.9. Reduktion af husdyrproduktionen	38
3.10. Reduceret N-norm græs	39

4. Beregnings- og prisforudsætninger	41
4.1. Samfundsmæssig værdi af CO ₂ -fortrængning på kvoteomfattet område	41
4.1.1. CO ₂ -skyggepris for det ikke-kvoteomfattede område	43
4.1.2. Skyggepriser på VE-kravet og energibesparelsesmålsætningen	43
4.2. Effekt på andre miljøpolitiske målsætninger	43
4.2.1. Skyggepris på reduceret kvælstofudvaskning	44
4.3. Skyggepris på reduceret ammoniakfordampning	45
4.4. Behandling af tilskud	45
4.5. Beskrivelse af AGMEMOD-modellen	46
4.6. Prisforudsætninger for energi- og landbrugsvarer	48
4.7. Jordrenteberegninger for standardsædskifter	50
4.7.1. Bonitetsbetingede jordrenteforskelle	51
4.7.2. Forpagtningsafgifter i forskellige landsdele	52
4.8. Driftsøkonomiske kalkuler og negativt nettoafkast generelt	54
4.9. Afledte aktivitetseffekter af landbrugsproduktion	55
5. Omkostningsberegninger for virkemidler	57
5.1. Produktion og anvendelse af husdyrgødning	57
5.1.1. Produktion af husdyrgødning	57
5.1.2. Forventede udnyttelsespotentialer for husdyrgødning	58
5.1.3. Teknologiforudsætninger og tidssti for indfasning af tiltag	60
5.1.4. Implementeringsinstrument: afgift på ikke-behandlet gylle	62
5.1.5. Udbudseffekt af afgift	64
5.2. Husdyrgødning til biogas	65
5.2.1. Biogasteknologien i beregningerne	65
5.2.2. Miljøeffekter ved bioafgasning af husdyrgødning	66
5.2.3. Driftsøkonomien i produktion af biogas til kraftvarme	67
5.2.4. Velfærdsøkonomiske CO ₂ -reduktionsomkostninger ved bioafgasning af husdyrgødning	70
5.2.5. Drivhusgasreduktion og bidrag til VE	72
5.2.6. Afgiftsprovenu og administrative omkostninger	73
5.2.7. Opsummering af beregningsresultater	74
5.3. Husdyrgødning som brændsel i varmeproduktion	75
5.3.1. Beregningsforudsætninger	75
5.3.2. Driftsøkonomien i anvendelse af husdyrgødning som brændsel i varmeproduktion	78

5.3.3.	Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger	80
5.3.4.	Oversigt og opsummering	83
5.4.	Forsuring af gylle	85
5.4.1.	Omfang og effekter	87
5.4.2.	Driftsøkonomiske omkostninger	88
5.4.3.	Velfærdsøkonomiske omkostninger	90
5.4.4.	Opsummering af beregningsresultater vedr. forsuring af 10 % af gyllemængde	92
5.5.	Fedt i foder til malkekøer	94
5.5.1.	Driftsøkonomiske omkostninger og implementering	94
5.5.2.	Afgiftssats og tiltagets konsekvenser	95
5.5.3.	Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger	96
5.5.4.	Opsummering af beregningsresultater	97
5.5.5.	Effekt på kvægbestanden af afgift og implementeringsomkostninger	98
5.6.	Nitrifikationshæmmere	99
5.6.1.	Omfang og effekter	99
5.6.2.	Driftsøkonomiske omkostninger	100
5.6.3.	Afgift til implementering af tiltaget	100
5.6.4.	Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger	101
5.6.5.	Opsummering af beregningsresultaterne	102
5.7.	Dyrkning af energipil	102
5.7.1.	Dyrkningsomfang og placering	103
5.7.2.	Effekter på biodiversitet og landskab	104
5.7.3.	Miljømæssige effekter	107
5.7.4.	Afsætningsvilkår og prisforudsætninger	109
5.7.5.	Driftsøkonomien ved dyrkning af pileflis under nuværende prisrelationer	110
5.7.6.	Driftsøkonomien ved dyrkning af energipil under forventede prisrelationer	112
5.7.7.	Implementeringsinstrument og Grøn Vækst-aftalen	116
5.7.8.	Samfundsøkonomiske reduktionsomkostninger ved dyrkning af pileflis	117
5.7.9.	Opsummering af beregningsresultater	120
5.8.	Efterafgrøder	121
5.8.1.	Omfang og effekter	122
5.8.2.	Driftsøkonomiske omkostninger	124
5.8.3.	Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger	125

5.8.4.	Opsummering af beregningsresultater	127
5.9.	Mellemafgroeder	128
5.9.1.	Omfang og effekter.....	129
5.9.2.	Driftsøkonomiske omkostninger ved etablering af mellemafgroeder.....	130
5.9.3.	Velfærdsøkonomiske omkostninger ved etablering af mellemafgroeder.....	131
5.9.4.	Opsummering	133
5.10.	Udtagning af landbrugsjord på højbund til vedvarende græs	134
5.10.1.	Omfang	134
5.10.2.	Miljøeffekter	135
5.10.3.	Driftsøkonomiske omkostninger	135
5.10.4.	Samfundsøkonomiske omkostninger	138
5.10.5.	Opsummering	141
5.11.	Udtagning af lavbundsjord i omdrift til vedvarende græs	142
5.11.1.	Omfang og effekter.....	143
5.11.2.	Driftsøkonomiske omkostninger	143
5.11.3.	Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger	146
5.11.4.	Opsummering	148
5.12.	Skovrejsning på højbund	149
5.12.1.	Potentielt omfang og konsekvenser	149
5.12.2.	Driftsøkonomisk vurdering.....	150
5.12.3.	Skovrejsningstilskud.....	155
5.12.4.	Budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger	157
5.12.5.	Opsummering af resultater	161
5.12.6.	Andre afledte effekter af skovrejsning.....	161
5.12.7.	Samlet vurdering.....	162
5.13.	Reduktion af svinebestanden	162
5.13.1.	Omkostninger og klimaeffekter ved reduceret svineproduktion	163
5.13.2.	Driftsøkonomisk tab ved reduktion af svineproduktionen.....	164
5.13.3.	Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger ved nedbringelse af svineproduktionen	168
5.13.4.	Opsummering af beregningsresultater for reduktion af svineproduktionen	169
5.13.5.	Økonomisk analyse af bedste kvartil	170
5.14.	Reduktion af malkekvægbestanden	172

5.14.1. Omkostninger og klimaeffekter ved reduceret malkekvægbestand.....	172
5.14.2. Driftsøkonomisk tab ved reduktion af malkekvægbestanden	173
5.14.3. Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger ved nedbringelse af malkekvægbestanden	175
5.14.4. Opsummering af beregningsresultater for reduktion af malkekvægbestanden.....	176
5.14.5. Økonomisk analyse af bedste kvartil	178
6. Nye prisfremskrivninger for brændsler og co ₂ -kvoter.....	181
6.1. Ændrede prisforventninger	181
6.2. Konsekvenser af ændrede prisforudsætning for landbrugsrelaterede virkemidler	183
6.2.1. Konsekvenser af ændrede brændselsprisforventninger	184
6.2.2. Konsekvenser af ændrede CO ₂ -kvotepreisforventninger.....	184
6.2.3. Konsekvenser af ændrede prisforudsætninger for politiske implementeringsinstrumenter	185
7. English summary.....	187
7.1. Agricultural GHG mitigation measures.....	187
7.2. Calculation assumptions	188
Referencer.....	201

Forord

Rapporten indeholder omkostningsanalyser af 14 tiltag til reduktion af landbrugets udledning af drivhusgasser. Analyserne er udført af Fødevareøkonomisk Institut i tilknytning til en tværministeriel undersøgelse af omkostningseffektive klimatiltag for de ikke-kvoteomfattede sektorer i EU's klima- og energipakke. Beregningerne i denne rapport er en videreførelse af analyserne i rapporten Landbrug og Klima, der blev udarbejdet for Fødevareministeriet i 2008 af Fødevareøkonomisk Institut og Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet ved Århus Universitet. De vigtigste ændringer er inddragelse af tidsstier for tiltagenes implementering og ændrede prisrelationer for en række energi- og landbrugsprodukter. Omkostningsanalyserne blev gennemført i 2009. I det seneste par år har der været store stigninger og efterfølgende fald i energipriserne. Rapporten indeholder en vurdering fra juni 2010 af nye energiprisforventningers betydning for de undersøgte klimatiltag. Arbejdet er udført under Fødevareøkonomisk Instituts aftale om myndighedsberedskab med Fødevareministeriet.

Alex Dubgaard
Projektansvarlig
Fødevareøkonomisk Institut
København, juni 2010

Opgavebeskrivelse og hovedresultater

Rapporten indeholder omkostningsanalyser af 14 tiltag til reduktion af landbrugets udledning af drivhusgasser, som indgår i den ikke-kvoteomfattede del af EU's klima- og energipakke. Det kvoteregulerede område omfatter CO₂-udledningen fra energiproducerende anlæg med en indfyret effekt over 20 MW samt en række energitunge industrier, så som raffinaderier, stålværker, cementproducenter, teglværker, papirindustri mv. (Miljøstyrelsen, 2007). Det ikke-kvoteregulerede område omfatter den ikke-kvotebelagte energisektor (dvs. energiproducerende anlæg under 20 MW), den ikke-kvotebelagte del af industrien, jordbrug, transport, husholdningernes centralvarmeanlæg samt affald og industrigasser (op. cit.). Da kvotesystemet indtil videre kun omfatter drivhusgassen CO₂, hører alle kilder til lattergas- og metanemission under det ikke-kvotebelagte område (op. cit.). Endvidere får hvert medlemsland bindende mål for andelen af vedvarende energi (VE) i 2020. Klima- og Energipakken stiller følgende krav til Danmark for perioden 2012-20:

- 21 pct. reduktion af drivhusgasudledningen i de kvoteomfattede sektorer i forhold til 2005 for EU som helhed.
- For de ikke-kvoteomfattede sektorer er reduktionsmålet for Danmark 20 pct.
- VE-målet for Danmark er 30 pct., herunder 10 pct. VE i transportsektoren.

Formålet med nærværende undersøgelse er at identificere landbrugsrelaterede tiltag, der kan yde omkostningseffektive bidrag til opfyldelse af reduktionskravet på det ikke-kvoteomfattede område. Arbejdet bygger videre på analyser i rapporten Landbrug og Klima, der blev udarbejdet for Fødevareministeriet i 2008 af Fødevareøkonomisk Institut (FOI) og Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet ved Århus Universitet (DJF) (se Fødevareministeriet, 2008). De økonomiske analyser i Landbrug og Klima omfattede beregning af hhv. den privatøkonomiske rentabilitet og de velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger for 15 landbrugsrelaterede tiltag til reduktion af drivhusgasudledningerne. Ud over de nævnte analyser indeholder nærværende rapport en række beregninger, der ikke indgik i analyserne i Landbrug og Klima. Det drejer sig om:

- Specifikation af en tidssti for implementeringen af de forudsatte potentialer for undersøgte tiltag i perioden 2013-20
- Inddragelse af realprisfremskrivninger på energi

- Inddragelse af yderligere sideeffekter i form af den samfundsmæssige værdi af reduceret ammoniakudledning og fortrængte CO₂-kvoter¹
- Forslag til politiske implementeringsinstrumenter knyttet til tiltagene
- Beregning af de fordelingsmæssige og velfærdsøkonomiske effekter af de politiske implementeringsinstrumenter.

1.1. Drifts- og velfærdøkonomiske beregninger

Undersøgelsen omfatter både drifts- og velfærdsøkonomiske omkostnings- og rentabilitetsanalyser. De driftsøkonomiske analyser, der også betegnes som budgetøkonomiske, viser ændringer i omkostninger og indtjening på virksomhedsniveau ved implementering af tiltagene. De drifts- eller budgetøkonomiske omkostninger er opgjort i faktorpriser, som erhvervsvirksomheder køber og sælger til. Det antages, at de driftsøkonomiske omkostninger bestemmer den økonomiske adfærd i landbruget og andre virksomheder. Det er derfor disse omkostninger, som det vil være relevant for offentlige myndigheder at inddrage i overvejelser om anvendelse af instrumenter til implementering af de undersøgt tiltag – det være sig i form af afgifter, tilskud eller andre adfærdsregulerende indgreb.

De velfærdsøkonomiske analyser drejer sig til optimal samfundsmæssig ressourceanvendelse. Der er tale om en normativ økonomisk tilgang, som opstiller kriterier for, hvordan samfundets knappe ressourcer bør anvendes med henblik på at skabe størst mulig behovstilfredsstillelse for borgerne i samfundet. De beregnede velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger viser de ændringer i forbrugsmulighederne for det danske samfund, som implementeringen af et givet tiltag vil give anledning til. For sammenlignelighedens skyld udtrykkes de velfærds- eller samfundsmæssige reduktionsomkostninger i kroner pr. ton CO₂-ækvivalent – også betegnet som den samfundsmæssige CO₂-skyggepris.

1.2. Analyserede tiltag

Et tiltags reduktion af drivhusgasudledningerne opgøres som summen af tiltagets effekter på udledningen af metan, lattergas og CO₂, herunder ifm. ændringer i landbrugsjordens kulstofindhold. Undersøgelsen af omkostningseffektive klimatiltag for

¹ I Landbrug og Klima var reduceret kvælstofudvaskning den eneste prissatte sideeffekt, der indgik i beregningen af drivhusgasreduktionsomkostningerne.

de ikke-kvoteomfattede sektorer medtager ikke de forventede effekter af politiske beslutninger, der allerede er truffet på klimaområdet. Det betyder bl.a., at klimatiltagene i Grøn Vækst-programmet (som hovedregel) ikke indgår nærværende analyser. Analyserne for det ikke-kvoteomfattede område medtager kun tiltag med en samlet effekt på minimum 50.000 ton CO₂-ækvivalenter pr. år, hvilket er en tværministerielt fastsat bagatelgrænse for analyserne.

De landbrugsrelaterede tiltag, der indgår i analysen, er udvalgt i samarbejde med Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet (DJF) ved Aarhus Universitet (Olesen, 2009). Udvalgelsen er sket med udgangspunkt i udredningen om landbrugsrelaterede klimatiltag offentliggjort i rapporten Landbrug og Klima (Fødevareministeriet, 2008). Bagatelgrænsen og den senere offentliggørelse af klimapolitiske målsætninger i Grøn Vækst-programmet betyder dog, at flere tiltag, der indgik i Landbrug og Klima, er udgået af nærværende analyse.

Den samlede analyse omfatter 14 tiltag til reduktion af landbrugets udledning af drivhusgasser med tilknyttede implementeringsinstrumenter. Det drejer sig om:

- 1) Husdyrgødning til biogas (10 % af gyllemængde)
- 2) Afbrænding af fiberfraktion i afgasset gylle (30 % af afgasset gyllemængde)
- 3) Afbrænding fiberfraktion i ubehandlet gylle (30 % af svinegyllemængde)
- 4) Forsuring af gylle (10 % af gyllemængde)
- 5) Øget fedt i foder til malkekøer (71 % af malkekobestanden)
- 6) Nitrifikationshæmmere i kvælstofgødninger (100 % af handelsgødning med kvælstofindhold)
- 7) Energipil (70.000 ha)
- 8) Efterafgrøder (260.000 ha)
- 9) Mellemafgrøder (200.000)
- 10) Udtagning af højbundsarealer til græs (100.000 ha)
- 11) Udtagning af lavbundsarealer (15.000 ha)
- 12) Udtagning af højbundsarealer til skov (50.000 ha)
- 13) Reduktion af svinebestanden (hhv.10 % og 20 % af bestanden)
- 14) Reduktion af kvægbestanden (hhv.10 % og 20 % af bestanden).

Som det fremgår af tabel 1.4.1 nedenfor er en del af tiltagene yderligere underopdelt på bl.a. jordtype.

Undersøgelsen af omkostningseffektive klimatiltag for de ikke-kvoteomfattede sektorer medtager som nævnt ikke de forventede effekter af politiske beslutninger, der alle-

rede er truffet på klimaområdet. Det har bl.a. betydning for størrelsen af det forudsatte reduktionspotentiale for biogas, efterafgrøder og arealudtagning. Forudsætningerne bag fastsættelsen af reduktionspotentialerne er nærmere forklaret i afs. 2.1.

Ud over de nævnte tiltag omfatter DJF-oplægget også reduceret jordbearbejdning og reduceret N-norm til græsmarker. Med et reduktionspotentiale i intervallet 75.-100.000 ton CO₂-ækv. pr. år ligger begge disse virkemidler over den fastsatte bagatelgrænse. Når de ikke indgår i de økonomiske analyser, skyldes det mangel på dækkende omkostnings- og udbyttedata. Det betyder ikke, at disse tiltag dermed betragtes som irrelevante, men det skønnes, at et mere omfattende forsøgsmateriale er nødvendigt, før der kan foretages pålidelige omkostningsberegninger.

1.3. Resume af beregningsforudsætninger

Inden resultaterne af de enkelte beregninger gennemgås, gives en række baggrundsoplysninger om beregningsmetoder og tolkning af resultaterne.

Antaget CO₂-skyggepris for det ikke-kvoteomfattede område

Tiltag, der har højere reduktionsomkostninger end CO₂-skyggeprisen for det samlede ikke-kvoteomfattede område, kan ikke yde et omkostningseffektivt bidrag til opfyldelse af reduktionsmålet for dette område. De må umiddelbart betragtes som klimapolitisk irrelevante.² Da analyserne for det ikke-kvoteomfattede område endnu ikke er afsluttet, er sådan et estimat ikke tilgængeligt. Det er derfor heller ikke muligt at afgøre, hvilke af de beregnede reduktionsomkostninger i tabel 1.4.1, der ligger over CO₂-skyggeprisen for det ikke-kvoteomfattede område – og dermed må beternes som klimapolitisk uinteressante. Som et foreløbigt benchmark for en sådan vurdering benyttes De Økonomiske Råds estimat på 400 kr. i marginalomkostninger for drivhusgasreduktion på det ikke-kvoteomfattede område (De Økonomiske Råd, 2009).

Sideeffekter

Ud over omkostningerne ved at implementere et tiltag indgår værdien af evt. sideeffekter i beregningerne. Det gælder fx den samfundsmæssige værdi af reduceret kvæl-

² Opfyldelse af VE-målsætningen vil dog kunne ændre dette, men VE-skyggeprisen er endnu ikke kendt for Danmarks vedkommende.

stofudvaskning og ammoniakfordampning, der indgår som en benefit (indtægt) opgjort til den samfundsmæssige skyggepris ved at reducere disse forureningsformer på anden vis. En positiv sideeffekt bidrager således til at reducere de beregnede reduktionsomkostninger ved anvendelse af tiltaget.

Energileverancer til kvoteomfattede energianlæg – fx i form af biogas – frigør CO₂-kvoter. I reduktionsomkostningsberegningerne indgår værdien af de frigjorte kvoter også som en sideeffekt. Den samfundsøkonomiske værdi opgøres til den forventede kvotepris. I tabel 1.4.1 er reduktionsomkostningerne opgjort både med og uden værdien af sideeffekter. Som det fremgår af tabellen kan sideeffekter have stor betydning for størrelsen af CO₂-skyggeprisen.

Emissionsfaktorer fra IPCC

Af hensyn til sammenlignelighed med øvrige beregninger i det tværministerielle udredningsarbejde er drivhusgasreduktionen beregnet efter gamle emissionsfaktorer fra IPCC for metan og lattergas og med oprindelige værdier for opvarmningspotentiale af de to drivhusgasser. I de nye (2006) guidelines fra IPCC er emissionsfaktoren for lattergas fra gødning og N-udvaskning lavere, men forskellene vil i de fleste tilfælde være små (Jørgen E. Olesen, DJF, mundtlig meddelelse). Fastsættelsen af emissionsfaktorer er for mange af tiltagene forbundet med betydelig usikkerhed (Olesen, 2009).

Kulstoflagring i landbrugsjord

En række tiltag påvirker kulstoflagringen i landbrugsjorden og dermed udledningen af CO₂ til atmosfæren. Da det er uklart, hvordan kulstoflagring i jord vil indgå i fremtidige klimaaftaler, er reduktionsomkostningerne beregnet med såvel som uden inddragelse af ændringer i jordens kulstofindhold for de virkemidler, hvor det er relevant.

Behandling af tilskud

Enkeltbetalingsstøtten fra EU (på ca. 2.300 kr./ha), gives til al landbrugsjord. Der er tale om et afkoblet lump sum-tilskud, som gives uafhængigt af arealanvendelsen. Da ingen af de analyserede tiltag påvirker udbetalingen af tilskuddet, er det uden effekt på resultaterne, herunder de beregnede CO₂-skyggepriser, og det indgår derfor ikke i beregningerne. I de velfærdsøkonomiske analyser udelades tilskud fra den danske statskasse, da der er tale om transfereringer mellem grupper i det danske samfund. Tilskud fra EU repræsenterer derimod en valutaindtjening for Danmark, og de indgår

derfor i de velfærdsøkonomiske beregninger. Som nævnt påvirkes enkeltbetalingsstøtten til landbrugsjord ikke af de analyserede tiltag, og den indgår derfor ikke i de velfærdsøkonomiske beregninger af CO₂-skyggepriser.

Afledte aktivitetseffekter af landbrugsproduktion

Analysen medtager ikke afledte økonomiske aktivitetseffekter i forbindelse med implementering af virkemidler, som fx den reduktion i slagterisektorens beskæftigelse, der vil finde sted ifm. en reduktion af svinebestanden. Som forklaret i afs. 4.8 begrundes denne tilgang med en antagelse om, at der er økonomisk-politiske mekanismer, som styrer det samlede aktivitets- og beskæftigelsesniveau i økonomien. Det betyder, at den frigjorte arbejdskraft i fx slagterisektoren antages at finde beskæftigelse i andre sektorer.

Negativ CO₂-skyggepris og nettoafkastberegning for landbrugsproduktion

Flere af de beregnede CO₂-skyggepriser er negative. Dvs. at den drivhusgasreduktion, som tiltaget kan give, ifølge beregningerne ikke udgør en omkostning for samfundet, men derimod en gevinst.

Dette kan skyldes, at de driftsøkonomiske kalkuler viser et negativt nettoafkast, at værdien af sideeffekter overstiger omkostningerne ved tiltaget, eller at der er en driftsøkonomisk gevinst ved at gennemføre tiltaget. Det sidste er tilfældet for energipil. Tiltagene biogas, gylleforsuring, efterafgrøder (sandjord), udtagning af højbund (sandjord) samt udtagning af lavbund har en negativ CO₂-skyggepris, når den samfundsmæssige værdi af sideeffekter medtages. Endelig har tiltaget reduktion af kvægbestanden en negativ CO₂-skyggepris pga. af et beregnet negativt nettoafkast i malkekvægproduktionen. Også ved udtagning af landbrugsjord – især sandjord – er den beregnede CO₂-skyggepris præget af lave/negative driftsøkonomiske afkast. I disse tilfælde indikerer beregningerne, at det (på længere sigt) vil være en økonomisk gevinst for landbruget at opgive de pågældende aktiviteter. Disse resultater må dog tages med forbehold.

Afkastet i forbindelse med landbrugsproduktion er beregnet som det nettooverskud, der er tilbage, når alle indsatsfaktorer inklusive den investerede kapital og brugerfamiliens egen arbejdsindsats er aflønnet til stipulerede markedsværdier. Et negativt afkast indikerer en undernormal aflønning af produktionsfaktorerne, men altså ikke nødvendigvis et driftsmæssigt underskud. Der kan være flere økonomisk rationelle

grunde til, at ejere af bedrifter med lav aflønning af kapital og arbejdskraft fortsætter med at drive landbrug. Der er gjort nærmere rede for disse forhold i afs. 4.7.

1.4. Resume af reduktionsomkostningsberegninger

Tabel 1.4.1 viser de analyserede tiltags forudsatte reduktionspotentialer og samfundsmæssige reduktionsomkostninger pr. ton CO₂-ækvivalent – også betegnet som CO₂-skyggeprisen.

Husdyrgødning til biogas

I dag udnyttes ca. 4 % af husdyrgødningen til biogas. Grøn Vækst-aftalen sigter mod, at op til 50 pct. af husdyrgødningen udnyttes til grøn energi i 2020 (Grøn Vækst, 2009). Nærværende beregningsscenarium omfatter 10 % af den samlede gyllemængde (baggrunden for valget af denne mængde er forklaret i afs. 2.1 nedenfor). Som det fremgår af tabel 1.4.1, er det ifølge beregningerne forbundet med negative samfundsmæssige omkostninger at reducere drivhusgasudledningerne ved bioafgasning af husdyrgødning, når værdien af sideeffekter medtages. Her viser beregningerne samfundsmæssige reduktionsgevinster på 137 kr./ton CO₂-ækv. eksklusive kulstoflagring i jorden. Tages der hensyn til reduktion af jordens kulstofindhold, stiger de beregnede reduktionsgevinster til 179 kr./ton CO₂-ækv.³ Uden værdien af sideeffekter ændres fortegnet, så CO₂-skyggeprisen bliver positiv, nærmere betegnet 619 kr. ton CO₂-ækv. uden kulstoflagring og 806 kr. med kulstoflagring. Med en mulig CO₂-skyggepris på 400 kr. for det ikke-kvotefattede område vil biogas således ikke være et klimapolitisk relevant tiltag uden værdien af sideeffekter.

Anvendelse af fiberfraktion i gylle til brændsel

Som det fremgår af tabel 1.4.1 spænder CO₂-skyggeprisen fra 48 til 1.511 kr./ton CO₂-ækv. for afgasset gylle, og fra 617 til 2.585 kr./ton CO₂-ækv. for ubehandlet svi-

³ CO₂-skyggeprisen beregnes ved at dividere de samlede reduktionsomkostninger med den reducerede mængde drivhusgasser opgjort i CO₂-ækvivalenter – dvs. en brøk, hvor tælleren er reduktionsomkostningerne, mens nævneren er den reducerede mængde drivhusgasser. For biogas-tiltaget reduceres nævnerens størrelse, når den negative effekt af reduceret kulstoflagring indgår, mens tælleren størrelse er uændret. Når reduktionsomkostningerne er negative, giver det en højere negativ CO₂-skyggepris – eller en større samfundsmæssig gevinst. Det mønster gentager sig for alle tiltag, hvor der optræder en win-win-situation (negative reduktionsomkostninger) og en negativ effekt på kulstoflagringen i jorden.

negylle, alt efter om sideeffekter og (reduceret) kulstofbinding i landbrugsjord medregnes. Den negative effekt på kulstoflagring i jorden trækker CO₂-skyggeprisen op, hvorimod sideeffekter i form af mindre kvælstofudvaskning og fortrængte CO₂-kvoter reducerer skyggeprisen betydeligt. For ubehandlet svinegylle er der under alle omstændigheder tale om relativt høje reduktionsomkostninger. Anvendelse af afgasset gylle til brændsel har derimod en omkostningseffektiv CO₂-skyggepris på 73 kr./ton CO₂-ækv., når sidegevinst og reduceret kulstoflagring medregnes. Nye forbrændingsteknologier vil muligvis kunne forbedre energiudnyttelsen og reducere CO₂-skyggeprisen væsentligt.

Gylleforsuring

Ved forsuring af gylle på kvægbedrifter er der beregnet en samfundsøkonomisk gevinst på 629 kr./ton CO₂-ækv., når værdien af sideeffekter i form af reduceret ammoniakfordampning medregnes. Uden værdien af reduceret ammoniakfordampning udgør reduktionsomkostningerne knap 1.600 kr./ton CO₂-ækv. Sammenlignet med kvæggylle giver forsuring af svinegylle en væsentlig større reduktion af ammoniakfordampningen pr. ton gylle. Som det fremgår af tabel 1.2.1 betyder det, at virkemidlet giver en samfundsøkonomisk gevinst på ca. 2.500 kr./ton CO₂-ækv., når værdien af ammoniakreduktionen medregnes. Indregnes værdien af denne sideeffekt ikke, vil reduktionsomkostningerne udgøre knap 1.600 kr. pr. ton CO₂-ækv. Resultaterne af de velfærdsøkonomiske beregninger understreger, at gylleforsuring primært skal ses som et miljøpolitisk tiltag til reduktion af ammoniakforureningen – med drivhusgasreduktion som en bieffekt.

Tabel 1.4.1 Samfundsøkonomiske reduktionsomkostninger for analyserede tiltag

Tiltag	Drivhusgas-reduktion i 2020 1000 ton CO ₂ -ækv. ¹		Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger kr. /ton CO ₂ -ækv			
	Med kulstoflagring	Uden kulstoflagring	Med kulstoflagring, inkl. sideeffekter	Med kulstoflagring, ekskl. sideeffekter	Uden kulstoflagring, inkl. sideeffekter	Uden kulstoflagring, ekskl. sideeffekter
Biogas af husdyrgødning	45	58	-179	806	-137	619
Afbrænding af afgasset gylle	67	102	73	1.511	48	987
Afbrænding af ubehandlet svinegylle	104	174	1.031	2.585	617	1.548
Gylleforsuring, kvæggylle	i.r.	19	i.r.	i.r.	-629	1.594
Gylleforsuring, svinegylle	i.r.	28	i.r.	i.r.	-2.516	1.574
Fedt til malkekøer	i.r.	299	i.r.	i.r.	i.r.	269
Nitrifikationshæmmere	i.r.	350	i.r.	i.r.	i.r.	1.500
Energipil samlet	187	77	-1.971	-1.298	-4.769	-3.141
- Sandjord	93	39	-1.630	-957	-3.945	-2.317
- Lavbund	93	39	-2.311	-1.638	-5.593	-3.965
Efterafgrøder samlet	229	i.r.	-60	841	i.r.	i.r.
- Sandjord	105	i.r.	-582	837	i.r.	i.r.
- Lerjord	125	i.r.	462	845	i.r.	i.r.
Mellemafgrøder samlet	147	i.r.	760	1.444	i.r.	i.r.
- Sandjord	73	i.r.	586	1.418	i.r.	i.r.
- Lerjord	73	i.r.	934	1.470	i.r.	i.r.
Højbund til græs samlet	335	151	-203	396	-449	876
- Sandjord	167	74	-443	245	-980	541
- Lerjord	167	74	37	548	81	1.211
Udtagning af lavbund	169	15	-228	48	-2.572	539
Højbund til skov samlet	498	47	159	324	805	2.463
- Sandjord	305	23	-216	-89	-2.823	-1.165
- Lerjord	192	23	544	746	4.474	6.132
Reduktion af svinebestand, 10 %	i.r.	143	i.r.	i.r.	35	967
Reduktion af kvægbestand, 10 %	i.r.	302	i.r.	i.r.	-968	-725

Note: i.r. = ikke relevant.

Reduktionspotentialer er opgjort i effekter på metan og lattergasemissionerne (efter gamle emissionsfaktorer fra IPCC og med oprindelige værdier for opvarmningspotentiale af metan og lattergas på henholdsvis 21 og 310 gange i forhold til CO₂), kulstoflagring i jord og substitution af fossil energi (naturgas).

Kilde: Egne beregninger samt Olesen (2009) omregnet til 2020-niveauer og med gamle emissionsfaktorer fra IPCC.

Øget fedt i foder til malkekvæg

Der er ingen sideeffekter ved dette tiltag. Som det fremgår af tabellen, udgør de velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger knap 270 kr./ton CO₂-ækv. Dermed ligger tiltaget formentlig under CO₂-skyggeprisen for det ikke kvote-omfattede område, og det kan således betragtes som klimapolitisk relevant.

Nitrifikationshæmmere

Der er ingen sideeffekter ved tiltaget. De velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger er beregnet til 1.500 kr./ton CO₂-ækv. Reduktionsomkostningerne er således langt højere end den sandsynlige CO₂-skyggepris for det ikke kvote-omfattede område. Virkemidlet kan derfor ikke betegnes som klimapolitisk relevant.

Energipil

Et positivt afkast ved piledyrkning betyder – sammen med positive sideeffekter – at CO₂-skyggeprisen bliver negativ ved produktion af pileflis. Sideeffekterne omfatter reduceret kvælstofudvaskning og reduceret ammoniakudledning. For god sandjord viser beregningerne et velfærdsøkonomisk overskud (negativ CO₂-skyggepris) på mellem 950 og knap 4.000 kr. pr. ton CO₂-ækv. afhængig af kulstofbinding og sidegevinster. De tilsvarende tal for fugtig marginaljord er hhv. 1.600 og 5.600 kr. i velfærdsøkonomisk overskud pr. CO₂-ækv. Det samlede scenarie med etablering af energipil på 70.000 ha giver negative reduktionsomkostning i intervallet 1.300 til knap 4.800 kr./ton CO₂-ækv. De positive resultater afhænger bl.a. af forudsatte realprisstigninger på træ- og pileflis i beregningsperioden. Om prisudviklingen vil forløbe som forudsat, er naturligvis usikkert. Under alle omstændigheder virker etablering af energipil som et klimapolitisk attraktivt tiltag.

Efterafgrøder

Efterafgrøders klimateffekt er stort set begrænset til øget kulstoflagring i jorden. Tiltaget har derfor kun klimapolitisk relevans, hvis kulstoflagring i jord kan medtages i Danmarks CO₂-balance under en international klimaaftale. Af samme årsag er CO₂-skyggeprisen kun beregnet inkl. kulstoflagring. På lerjord, hvor omkostningerne er størst, ligger CO₂-skyggeprisen i intervallet 462-845 kr./ton CO₂-ækv. hhv. med og uden sideeffekt i form af reduceret kvælstofudvaskning. På sandjord er der derimod en velfærdsøkonomisk gevinst på 582 kr./ton CO₂-ækv., når man medregner sideef-

fekten i form af reduceret kvælstofudvaskning. Indregnes denne sideeffekter ikke, er reduktionsomkostningen 837 kr./ton CO₂-ækv. Efterafgrøder skal derfor primært ses som et miljøpolitisk tiltag til reduktion af kvælstofudvaskningen.

Mellemafgrøder

Som for efterafgrøder gælder det, at mellemafgrøder kun klimapolitisk relevant, hvis kulstoflagring i jord kan medtages i Danmarks CO₂-balance ifm. internationale klimaaftaler. Den beregnede CO₂-skyggepris på sandjord er knap 590 kr./ton CO₂-ækv. med kulstoflagring samt sideeffekter. På lerjord er der den velfærdsøkonomiske omkostning ca. 930 kr./ton CO₂-ækv., når man medregner sideeffekter og kulstoflagring. Grunden hertil, er den lavere reduktion i kvælstofudvaskningen fra lerjord samt højere driftsomkostninger. Af den baggrund fremstår mellemafgrøder ikke som et omkostningseffektivt klimatiltag.

Udtagning af omdriftsarealer på højbund til vedvarende græs

Tiltaget medfører sidegevinster i form af reduceret kvælstofudvaskning og reduceret ammoniakfordampning. Det forudsatte EU-tilskud til udgning yder et væsentlig bidrag til at reducere de velfærdsøkonomiske omkostninger ved tiltaget. På sandjord, hvor jordrenten er 0, vil gevinsterne ved sideeffekterne samt indtægterne fra EU-tilskuddet overstige omkostningerne ved tiltaget. Det betyder, at der er en samfundsøkonomisk gevinst ved udtagning af højbund på sandjord på 440 kr./ton CO₂-ækv., når sideeffekter øget kulstoflagring i jorden. Som det ses af tabel 5.10.8, er der en omkostning på 245 kr./ton CO₂-ækv., hvis værdien af sidegevinster udelades. På lerjord er reduktionsomkostningerne 37 kr./ton CO₂-ækv., når værdien af sideeffekter og kulstoflagringen i jord medregnes. Indregnes hverken værdien af kulstoflagringen i jord eller sideeffekter stiger reduktionsomkostningerne til 1.200 kr./ton CO₂-ækv. Alt i alt må tiltaget betegnes som klimapolitisk relevant – især på sandjord.

Udtagning af lavbundslande

Omdriftsarealer på lavbund har gennemgående et forholdsvis lavt udbyttepotentiale. Samtidig er der betydelige miljøgevinster ved udtagning i form af reduceret kvælstofudvaskning og muligheder for øget biodiversitet. De velfærdsøkonomiske beregninger for ler og sand under et viser en velfærdsøkonomisk gevinst ved udtagning af lavbundsarealer på 228 kr./ton CO₂-ækvivalent, når sideeffekter og kulstofbinding medtages, mens der vil være en omkostning på godt 835 kr./ton CO₂-ækvivalent, hvis kul-

stofbinding og sideeffekter udelades. Tages der hensyn til de positive sideeffekter, kan udtagning af lavbundsjord betragtes som et relevant klimapolitisk virkemiddel.

Skovrejsning

Drivhusgasreduktionen ved skovrejsning stammer primært fra kulstofbinding i jorden. Derudover medfører skovrejsning sidegevinster i form af (bl.a.) reduceret kvælstofudvaskning. Som det fremgår af de velfærdsøkonomiske beregninger, er der stor forskel på lerjord og sandjord, hvad CO₂-skyggeprisen angår. Med kulstoflagring er der på sandjord en velfærdsøkonomisk gevinst på 210 kr./ton CO₂-ækv., når man medregner sideeffekten i form af reduceret kvælstofudvaskning. Indregnes denne sideeffekter ikke, falder gevinsten til 83 kr./ton CO₂-ækv. Ved skovrejsning på lerjord er CO₂-skyggeprisen positiv. Med kulstoflagring og indregning af sideeffekter er CO₂-skyggeprisen 529 kr./ton CO₂-ækvivalent. Uden sideeffekter øges CO₂-skyggeprisen til 731 kr./ton CO₂-ækv. Ud fra de beregnede CO₂-skyggepriser kan skovrejsning betragtes som et klimapolitisk relevant tiltag – især på sandjord., mens der for lerjord er tale om en CO₂-skyggepris, som formentlig ligger over skyggeprisen for det ikke-kvteomfattede område. Skovrejsning er dog beregnet uden kvantificering af rekreative goder. Ligeledes vil skovrejsning i vandindvindingsområder kunne give væsentligt større velfærdsøkonomiske gevinster, end det har været muligt at beregne her.

Reduktion af svinebestanden

En reduktion af svinebestanden nedsætter udslippet af drivhusgasser gennem lavere udledninger af metan og lattergas. Ud over effekten på udledningen af klimagasser, vil der være positive sideeffekter i form af reduceret kvælstofudvaskning og ammoniakfordampning. Med sideeffekter er tiltagets CO₂-skyggepris beregnet til 35 kr./ton CO₂-ækv., mens reduktionsomkostningerne er 967 kr./ton CO₂-ækv. uden værdien af sideeffekter. Sideeffekterne spiller således en afgørende rolle for størrelsen af reduktionsomkostningerne. Reduktion af svineproduktionen må betegnes som et omkostningsmæssigt interessant klimapolitisk tiltag, hvis det ses i sammenhæng med vandmiljøpolitikken.

Det skal bemærkes, at beregningerne er baseret på gennemsnitseffektiviteten i svineproduktionen, og de nuværende udledninger af drivhusgasser, kvælstof og ammoniak pr. dyreenhed. Supplerende beregninger viser, at den bedste kvartil af svineproducenter har en lønningsevne, der er omkring 70 % højere end gennemsnittet. Den kraftige strukturudvikling i svineproduktionen afspejler, at mindre effektive producenter opgi-

ver produktionen i betydeligt omfang, mens de mere effektive udvider. Samtidig må det forventes, at implementering af klimatiltag over for landbruget vil reducere udledningen af metan og lattergas pr. dyreenhed fremover, ligesom krav om Best-Available-Technology (BAT) ved udvidelse af husdyrproduktionen må forventes at reducere kvælstoftabet og ammoniakudledningen. Et loft, der reducerer den samlede svineproduktion i Danmark, kan derfor blive dyrere fremover, såfremt strukturudviklingen resulterer i de nævnte effektivitetsforbedringer – og der i øvrigt er interesse blandt svineproducenterne for at opretholde eller udvide produktionen.

Reduktion af malkekvægbestanden

En reduktion på 10 % af malkekvægbestanden giver dobbelt så stor nedgang i drivhusgasudledningerne som en 10 % reduktion i svinebestanden. Det skyldes især det betydelige metanudslip fra drøvtyggere. Som følge af en kraftig forringelse af prisrelationerne er der gennemsnitlige lønningsevne i mælkeproduktionen negativ. Beregningerne viser negative CO₂-skyggepriser i intervallet 700-1.100 kr./ton CO₂-ækv. Ud fra en gennemsnitsbetragtning er det således en win-win-situation at reducere malkekvægbestanden.

Supplerende beregninger viser, at der i mælkeproduktionen findes nogenlunde samme effektivitetsspredning som i svineproduktionen. Den bedste kvartil blandt mælkeproducenter har en lønningsevne, der er omkring 80 % højere end gennemsnittet. De ovenfor nævnte strukturudviklings- og miljøforbedringstendenser gør sig også gældende i kvægproduktionen. Et loft, der reducerer den samlede malkekvægbestand, kan derfor også her blive dyrere fremover. Der er dog den forskel, at antallet af malkekøer i forvejen forventes at falde betydeligt, men stigende ydelse forventes at give samme mælkeproduktion fremover. Hvordan en evt. regulering af kvægproduktionen vil virke, afhænger derfor også af, om det er antallet af malkekøer eller mælkeproduktionen, der lægges loft over.

Afledte effekter af reduceret husdyrproduktion

Ved nedsættelse af husdyrproduktionen forudsættes det som nævnt, at frigjort arbejdskraft i landbruget og følgeerhvervene vil finde beskæftigelse i andre sektorer. Det antages hermed implicit, at reduceret aktivitet i husdyrproduktionen vil give øget aktivitet – og dermed øget drivhusgasudledning – i andre sektorer i økonomien, hvor den frigjorte arbejdskraft finder beskæftigelse. Det har ikke været muligt at analysere

omfanget af denne effekt inden for nærværende undersøgelses ressourcemæssige rammer.

En reduktion af den danske husdyrproduktion vil næppe føre til nævneværdig nedgang i eller ændret sammensætning af det globale fødevareforbrug. Nedgangen i den danske produktion må derfor antages at blive opvejet af produktionsforøgelse andre steder i verden – med øget udledning af drivhusgasser i disse områder til følge. Der er således ingen grund til at forvente en nedgang i den globale udledning af drivhusgasser, fordi den danske husdyrproduktion reduceres. EUs klima- og energipakke (samt Kyoto-protokollen) bygger imidlertid på et territorialprincip, hvor det enkelte delta-gerland (alene) står til regnskab for de drivhusgasudledninger, der finder sted på landets territorium. At en nedsættelse af dansk produktion fører til øget produktion i udlandet, er således uden betydning for Danmarks opfyldelse af sine reduktionsforpligtelser i relation til EUs klima- og energipakke. Nærværende undersøgelse forholder sig alene til Danmarks reduktionsforpligtelser i relation til EU's klima- og energipakke.

2. Forventet landbrugsudvikling og reduktionspotentiale

2.1. Tiltag og forventet reduktionspotentiale

De udvalgte tiltag i nærværende analyse og deres estimerede reduktionspotentialer fremgår af - 1.4.1 ovenfor. De enkelte tiltags samlede klimapotentiale for det ikke-kvoteomfattede område er beregnet som deres effekt på udledningen af metan, lattergas og kulstoflagring i jorden. Fortrængning af fossile brændsler, der primært sker ved biomasseleverancer til kraftvarmesektoren, er opgjort separat under bioenergi (VE).

Tiltagenes klimapotentiale er den effekt, der skønnes realiserbar i perioden 2013-20 ud over virkningen af de klimatiltag, der allerede er vedtaget. Det gælder ikke mindst den i juni 2009 indgåede aftale om Grøn Vækst. I forhold til Landbrug og Klima-rapporten betyder det, at flere tiltags forudsatte reduktionspotentiale er blevet nedsat, ligesom en række tiltag er udgået, da undersøgelsen af omkostningseffektive klimatiltag for de ikke-kvoteomfattede sektorer kun medtager tiltag med en samlet effekt på minimum 50.000 ton CO₂-ækvivalenter pr. år.

Et særligt forhold gør sig gældende for anvendelse af husdyrgødning til biogas. Grøn Vækst-aftalen sigter mod, at op til 50 pct. af husdyrgødningen udnyttes til grøn energi i 2020 (Grøn Vækst, 2009). Det er 10 pct. (points) mere end antaget ved igangsættelsen af nærværende beregninger (baseret på regeringens tidligere oplæg til Grøn Vækst). Aftalen om Grøn Vækst inddrager dermed det forudsatte ekstra potentiale i nærværende analyse, der således ikke længere kan betragtes som direkte relevant for undersøgelsen af omkostningseffektive klimatiltag, da denne kun medtager tiltag, som ikke i forvejen er omfattet af andre politiske initiativer. Pga. offentliggørelsestidspunktet for Grøn Vækst-aftalen har det ikke været muligt at inddrage denne ændring i analysen. Da beregningsresultaterne for biogasscenariet formentlig kan have interesse i forskellige sammenhænge, fremlægges de i rapporten under de oprindelige forudsætninger.

2.1.1. Grundlaget for skøn over reduktionspotentialer

Økonomisk beregning af reduktionspotentialer for de analyserede virkemidler ville kræve estimation af de marginale reduktionsomkostninger for hvert tiltag. På dette grundlag ville det kunne fastslås, hvad det ville koste at realisere en forudsat reduktion, og hvilke politiske indgreb det ville kræve at realisere målsætninger – f.eks. stør-

relsen af afgifter eller tilskud til frembringelse af de ønskede adfærdsændringer. Der eksisterer imidlertid ikke modeller eller andre kvantificerede oplysninger, som giver mulighed for beregning af de marginale reduktionsomkostninger for virkemidlerne i denne analyse. Frembringelse af det nødvendige datagrundlag for den type beregninger ville kræve et analysearbejde, som omfangsmæssigt ligger uden for rammer af nærværende undersøgelse.

Som nævnt er reduktionspotentialer i denne analyse baseret på landbrugsfaglige ekspertvurderinger foretaget af forskere ved DJF (Olesen, 2009). Potentialerne kan betragtes som skøn for, hvad der kan gennemføres uden omfattende ændringer af produktionsstrukturen og omkostningsrelationerne i landbruget. Potentialerne danner udgangspunkt for de økonomiske scenarieanalyser i kapitel 5 af de privat- og samfundsøkonomiske omkostningerne ved at implementere tiltagene. På grundlag af analyseresultaterne vurderes de enkelte tiltags samfundsøkonomiske relevans og de implementeringsinstrumenter, der kræves for at realisere tiltagenes potentialer.

2.1.2. Afgrænsning mellem kvoteomfattet og ikke-kvoteomfattet område

I analyserne skelnes der mellem reduktioner af drivhusgasudledninger i selve landbrugssektoren – først og fremmest metan, lattergas og kulstofbinding i jorden – på den ene side og leverancer af biomasse til produktion af vedvarende energi uden for landbrugssektoren på den anden.

Biomasseleverancer fra landbruget anvendes overvejende til produktion af vedvarende energi i kraftvarmesektoren. De øgede biomasseleverancer vil indgå i såvel de kvoteomfattede sektorer (energiproducerende anlæg over 20 MW) som de ikke-kvoteomfattede sektorer (kraftvarmeværker under 20 MW). Ifølge en opgørelse fra Energistyrelsen har værker under kvoteordningen en indfyret kapacitet på 33.435 MW, mens værker uden for kvoteordningen har en indfyret kapacitet på 5.591 MW svarende til godt 14 % af den samlede kapacitet i de to grupper tilsammen. Det må på den baggrund forventes, at hovedparten af de øgede biomasseleverancer frem mod 2020 vil gå til værker inden for kvoteområdet, men en nøjagtig fordeling er det ikke muligt at foretage på det eksisterende videngrundlag.

I det omfang, biomasse fortrænger fossile brændsler inden for det ikke-kvoteomfattede område, bidrager leverancerne til opfyldelse af CO₂-reduktionskravet for dette område, mens der ved leverancer til kvoteomfattede værker frigøres CO₂-kvoter.

Uanset hvor biomassen anvendes, bidrager den til opfyldelse af direktivforslagets krav om, at Danmark skal nå op på en VE-andel på 30 pct. i 2020.

I de økonomiske analyser af biogasproduktion indgår fortrængningen af fossilt brændsel i form af naturgas. Det skyldes, at biogas er en voluminøs råvare, som det ikke er økonomisk at transportere over større afstande (medmindre det bliver muligt at distribuere biogas via naturgasnettet). Øget udnyttelse af husdyrgødning til biogas må derfor ske gennem vertikalt sammenhængende produktionsaktiviteter i kraftvarmesektoren. Pga. sammenfaldende forbrændingsteknologi antages det, at det er naturgas, der fortrænges, ved øget produktion af biogas.

Denne sammenhæng gælder imidlertid ikke for pileflis, hvor transportomkostningerne ikke i samme omfang skaber regionale begrænsninger for omsætningen af dette produkt og dets nære substitutter. Pileflis substituerer træflis i kraftvarmesektoren, og det handles til en pris, der er bestemt af prisen på skovflis (Jensen, 2009). Godt en femtedel af det danske forbrug af skovflis importeres (Energistatistik 2007). Dertil kommer en betydelig import af træpiller, som også indgår i kraftvarmeproduktionen. Priserne på disse produkter i udenrigshandelen må derfor antages at være prissættende på det danske marked for pileflis. Tilsvarende vil det gælde, at forbruget af træflis og træpiller mv. til energiproduktion ikke i væsentligt omfang vil være begrænset af produktionens størrelse her i landet. På den baggrund antages det, at størrelsen af den danske produktion af energiafgrøder som pileflis ikke har afgørende betydning for produktionen af vedvarende energi eller de samfundsmæssige omkostninger ved denne. Energifafgrøders fortrængning af fossil energi har således ikke selvstændig relevans for den danske klimapolitik. I undersøgelsen af omkostningseffektive klimatiltag for de ikke-kvoteomfattede sektorer indgår produktionen af pileflis (og træflis) derfor ikke i bidraget til opfyldelse af Danmarks VE-målsætning.

Lignende overvejelser gør sig gældende, når det drejer sig om anvendelse af fiberfraktionen i gylle som brændsel på varmeværker. Pga. særlige problemer ifm. afbrænding af husdyrgødning, kan produktet ikke betegnes som en nær substitut til anden biomasse som træflis eller halm. Da der ikke findes noget marked for husdyrgødning til brændsel er det ikke umiddelbart muligt at estimere en pris på dette produkt. I mangel af bedre er det i beregningerne valgt at lade husdyrgødning til brændsel erstatte naturgas – i lighed med biogas. Det er dog ikke givet, at husdyrgødning anvendt til brændsel primært vil fortrænge naturgas i praksis.

2.2. Forventet udvikling i landbrugsareal og husdyrproduktion

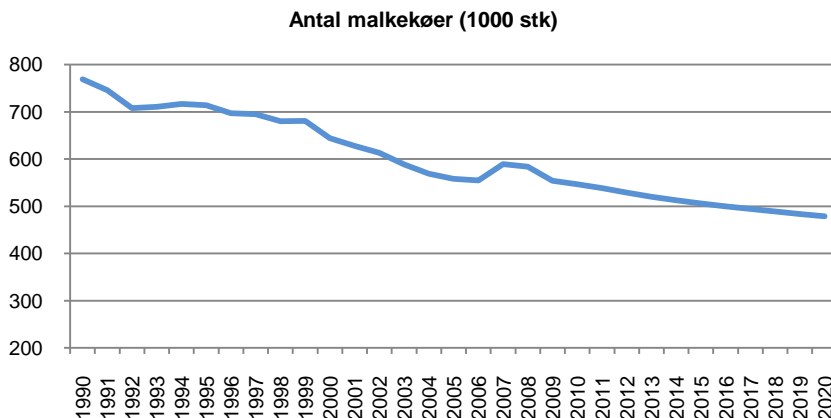
Skønnet over reduktionspotentialer er som nævnt baseret på teknisk/landbrugsfaglige skøn. Om disse potentialer vil kunne realiseres afhænger bl.a. af de underliggende udviklingstendenser inden for landbrugets arealanvendelse og husdyrproduktion, der beskrives i det følgende.

2.2.1. Husdyrproduktion

Til fremskrivning af udviklingen i kvæg- og svinebestanden benyttes modellen AG-MEMOD, der er udviklet under EU-projektet "Agricultural Member State Modelling for the EU and Eastern European Countries" (Hanrahan, 2008). Modellen er nærmere beskrevet i afs. 4.4. Grundfremskrivningen bygger på forventninger til verdensmarkedspriserne på de væsentligste landbrugsprodukter tilvejebragt af det amerikanske Food and Agricultural Policy Research Institut – FAPRI. Endvidere indgår den forventede makroøkonomiske udvikling, samt udviklingen i EU's fælles landbrugspolitik, hvor der bl.a. er taget højde for sundhedstjekket af landbrugspolitikken.

Der er ifølge Danmarks Statistik sket en stigning i antallet af malkekøer fra 545.000 malkekøer i 2007 til 558.000 malkekøer i 2008. Baggrunden for stigningen har været gunstige prisrelationer i mælkeproduktionen, samt at sundhedstjekket af EUs landbrugsreform gav en forøgelse af den danske mælkekvote med 2,4 %. Mælkekvoten er nu under afvikling, og den forventes ikke at udgøre en effektiv begrænsning for udviklingen i den danske mælkeproduktion fremover. AGMEMOD fremskrivningerne viser imidlertid forventninger om en faldende realpris på mælk frem til 2020. Som vist i figur 2.2.1, afspejler det sig i en jævnt nedadgående trend i antallet af malkekøer frem mod 2020. Den lille stigning i bestanden omkring 2008-2010 skyldes den nævnte udvidelse af mælkekvoten i disse år. Samlet forventes malkekøbestanden at falde med omkring 10 % frem til 2020.

Figur 2.2.1. AGMEMOD grundfremskrivning af antal malkekøer (1000 stk.)

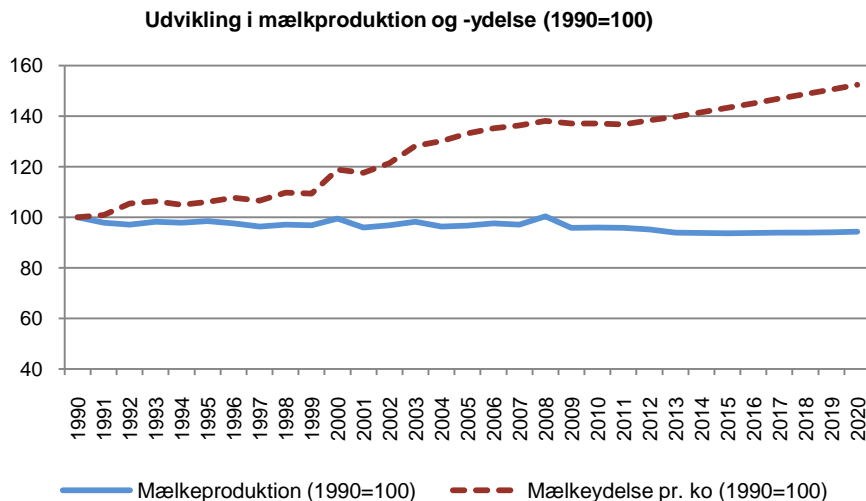


Kilde: AGMEMOD-database og –beregninger fra 2009

Forventning om en fortsat stigende ydelse betyder, at der ikke forudses et væsentligt fald i mælkeproduktionen. Figur 2.2.2 viser, at mælkeydelsen pr. ko forventes at stige med ca. 10 % i perioden 2008-2020. Sammenholdt med det forventede fald i antallet af malkekøer giver det en nærmest uændret mælkeproduktionen.

Med stigende ydelse må der også regnes med en vis stigning i foderforbruget og dermed gødningsproduktionen pr. ko. Gødningsmængden i kvægsektoren vil derfor ikke falde i samme omfang, som malkekobestanden. Med en nogenlunde uændret mælkeproduktion, antages det, at gødningsmængden ikke vil falde væsentligt. Baggrunds-scenariet for udviklingen i kvægsektoren påvirker derfor ikke drivhusgasreduktions-potentialet væsentligt for de tiltag, der analyseres i denne undersøgelse.

Figur 2.2.2. Udvikling i mælkeproduktion og -ydelse 1990-2020

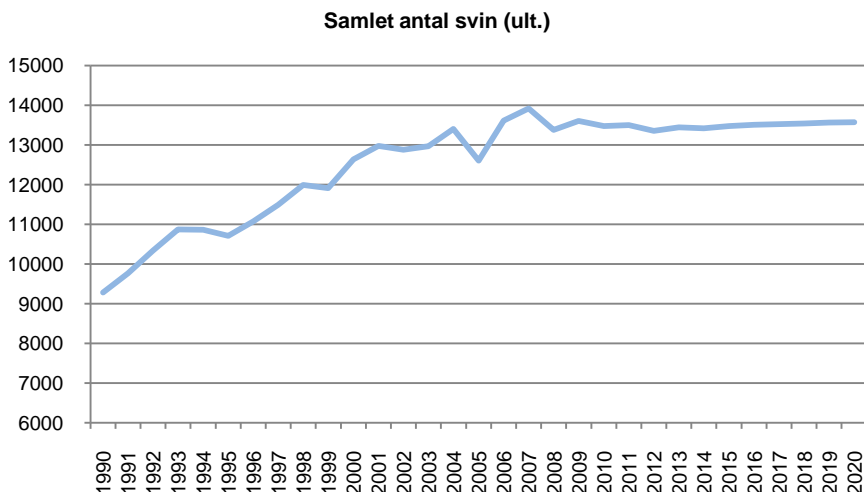


Kilde: AGMEMOD-database og -beregninger fra 2009

Figur 2.2.3 viser, at der har været en betydelig vækst i svineproduktionen fra 1990 og frem til 2007. Stærkt forringede prisrelationer (og langsom behandling af udvidelsesansøgninger) har imidlertid betydet, at der det seneste år har været et fald i bestanden. Produktionen forventes at stige svagt i 2009, men AGMEMOD fremskrivningen giver ikke anledning til at forvente, at tidligere års væksttendenser vil blive genoplivet. I stedet forventes det, at bestanden vil stagnere på et niveau omkring 13,5 mio. svin.⁴ Grundfremskrivningen tyder således ikke på, at udviklingen i svineproduktionen vil påvirke reduktionspotentialt væsentligt for de tiltag, der analyseres i denne undersøgelse.

⁴ Der er de seneste år sket en betydelig ændring af svineproduktionens sammensætning, idet et stigende antal smågrise eksporteres – i stedet for som tidligere at blive opfedet til slagtesvin her i landet. Hvis denne omstrukturering af svineproduktionen fortsætter de kommende år, vil det betyde mindre husdyrgødningsproduktion pr. produceret ”gennemsnitssvin”. Det har ikke været muligt at inddrage udviklingen på dette område i nærværende beregninger.

Figur 2.2.3. AGMEMOD grundfremskrivning af antal svin (1000 stk.)



2.2.2. Arealanvendelse

Den almindelige samfundsudvikling medfører en løbende overførsel af landbrugsjord til anvendelse uden for landbruget (veje og boliger m.m.). Det forventes, at det samlede landbrugsareal ad den vej vil blive reduceret med godt 100.000 ha frem til 2020. Dertil kommer konsekvenserne af Grøn Vækst og andre tiltag, som kan forventes at reducere landbrugsarealet yderligere med op til 75.000 ha frem til 2020. Hvad afgrødesammensætningen angår, forventes der ikke større ændringer bortset fra en nedgang i arealet med sukeroer fra 35.000 til 25.000 ha. Alt i alt forventes der således forholdsvis beskedne ændringer i landbrugets arealanvendelse, som ikke vurderes at ville påvirke reduktionspotentialt væsentligt for de tiltag, der analyseres i denne undersøgelse.

2.2.3. DMU's forventninger til udviklingen i landbrugsproduktionen

Til brug for en vurdering af de fremtidige drivhusgasemissioner fra landbruget har DMU opstillet en prognose for udviklingen i landbrugsproduktionen frem mod 2025 (Nielsen et al., 2008). I fremskrivningen indgår de forventede virkninger af den nuværende ammoniakhandlingsplan, forbedret fodereffektivitet og effekterne af VMPIII handlingsplanen, idet det antages, at denne gennemføres fuldt ud. Endvidere er effek-

ten af EU's seneste landbrugsreform (sundhedstjekket) indregnet. I DMU's fremskrivning forventes afviklingen af mælkekvoteordningen at give anledning til en stigning i antallet af malkekøer på 10 %. For svin regnes der med en stigning i produktionen af slagtesvin fra godt 23 mio. stk. i 2007 til 26,5 mio. i 2020. DMU's fremskrivninger er således væsentligt mere "optimistiske" end de modelbaserede fremskrivninger ved anvendelse af AGMEMOD modellen. Det er ikke muligt at afgøre, hvilken af de to fremskrivninger, der giver de mest sandsynlige resultater, men AGMEMOD beregningerne bygger på det mest omfattende og systematiserede modelgrundlag. Det virker derfor rimeligt at tillægge resultaterne af disse fremskrivninger størst vægt.

2.2.4. Sammenfatning af den forventede udvikling i landbrugsproduktionen

Forventningerne til udviklingen i landbrugsproduktionen frem til 2020 er baseret på fremskrivninger med AGMEMOD modellen, der igen inddrager prisfremskrivninger foretaget af det amerikanske Food and Agricultural Policy Research Institute. Samlet vurderes det, at der næppe er grund til at forvente en væsentlig nedgang i nogen af landbrugets større produktionsgrene, men omvendt heller ikke større stigninger. Fremskrivningerne peger således på, at den danske svineproduktion sandsynligvis vil stagnere på et niveau, der er lidt højere end det nuværende. Bestanden af malkekøer forventes fortsat at falde, men faldet opvejes sort set af stigende ydelse, så mælkeproduktionen vil være nogenlunde konstant. Landbrugsarealet forventes fortsat at blive reduceret med omkring 10.000 ha pr. år ifm. udbygning af infrastrukturen og anden bymæssig anvendelse. Dertil kommer arealændringer som følge af bl.a. Grøn Vækstprogrammet. Der er dog ikke noget, som tyder på drastiske ændringer i landbrugets samlede arealanvendelse i grundscenariet.

3. Implementeringsinstrumenter knyttet til tiltag i analysen

I forlængelse af analyserne i Landbrug og Klima er der til denne analyse opstillet et katalog over relevante instrumenter til implementering af de undersøgte tiltag. Instrumentkategorierne omfatter regelstyring i form af påbud og forbud, økonomiske incitamenter i form af afgifter og omsættelige kvoter/foreningstilladelser samt rådgivning. Tabel 3.1 viser tiltagene og de tilknyttede implementeringsinstrumenter.

Tabel 3.1. Implementeringsinstrumenter knyttet til tiltag		
Tiltag	Implementerings-instrument	Myndighed
1. Husdyrgødning til biogas	Afgift	SKAT/Plantedirektoratet
2. Pileflis	Tilskud	FødevarerErhverv
3. Øget fedt til malkekøer	Afgift	SKAT/Plantedirektoratet
4. Nitrifikationshæmmere	Afgift	SKAT/Plantedirektoratet
5. Efterafgrøder	Regelstyring	Plantedirektoratet
6. Mellemafgrøder	Regelstyring	Plantedirektoratet
7. Reduceret jordbearbejdning	Øget rådgivning	Plantedirektoratet
8. Udtagning af lavbundsarealer	Tilskud	FødevarerErhverv
9. Udtagning af højbund til græs	Tilskud	FødevarerErhverv
10. Udtagning af højbund til skov	Tilskud	FødevarerErhverv
11. Forsuring af gylle	Afgift	SKAT
12. Reduktion i svinebestanden	Omsættelig kvote	Plantedirektoratet
13. Reduktion i kvægbestanden	Omsættelig kvote	Plantedirektoratet
14. Reduceret N-norm til græs	Regelstyring	Plantedirektoratet

Kilde: Fødevareministeriet, 2009

3.1. Husdyrgødning til biogas i kraftvarmeproduktion

Biogasproduktion støttes gennem en forhøjet pris på el produceret på basis af biomasse. Biogasproduktion baseret på husdyrgødning skaber betydelige positive eksternaliteter/reducerer negative eksternaliteter ud over fortrængningen af fossilt brændsel. To tredjedele af den samlede emissionsreduktion ved biogasproduktion stammer således fra reducerede metan- og lattergasemissioner. Dertil kommer lugtreduktion. Tilskudet til elproduktion på basis af biomasse kan derfor ikke betragtes som et efficient reguleringsinstrument i relation til biogasproduktion, da det er under halvdelen af eksternalitetsreduktionen, der er omfattet af dette instrument.

Direkte regelstyring i form af krav om anvendelse af husdyrgødning til biogas må antages at være omkostningsmæssigt inefficiant pga. af varierende omkostninger fra bedrift til bedrift og forskellige muligheder for tilslutning til biogassfællesanlæg. Afgiftsregulering gennem en afgift på husdyrgødning, der ikke anvendes til biogas, kan der-

imod implementeres efficient ved fastsættelse en afgift på metan- og lattergasemissioner svarende til CO₂-skyggeprisen. Husdyrgødning, der anvendes til biogas, vil i givet fald skulle fritages for afgift. På tilsvarende måde vil tilskud til biogasproduktion kunne implementeres som et efficient styringsinstrument. I modsætning til en forhøjelse af tilskuddet til biomassebaseret elproduktion ville et direkte tilskud til biogasproduktion kunne målrettes hensynet til reduktion af metan- og lattergasudledning samt lugtreduktion. Administrativt vil anvendelse af husdyrgødning til biogas kunne indgå i den allerede eksisterende administrative kontrol med gødningsregnskaber.

3.2. Pileflis til brændsel

Produktionen af pileflis analyseres uafhængigt af anvendelsen som brændsel i kraftvarmesektoren. Prisen på pileflis antages at følge prisen på træflis, der overvejende er bestemt af importprisen. Økonomiberegningerne indikerer, at pileydrkning er driftsøkonomisk interessant på fugtige marginaljorde og sandjorde med lavt udbyttepotentiale i landbrugsmæssig anvendelse. På den baggrund må det antages, at der vil være privatøkonomisk interesse for at øge pileydrkningen. Det trækker dog i negativ retning, at pileydrkning er forbundet med større usikkerhed end landbrugsafgrøder pga. en arealbindingsperiode på mere end 20 år.

Der eksisterer en velfærdsøkonomisk begrundelse for anvendelse af politiske styringsmidler i relation til dyrkning af pil. Det skyldes, at overførsel af omdriftsarealer til pileydrkning er forbundet med positive eksternaliteter i form af kulstofopbygning i jorden samt reduceret kvælstofudvaskning og lavere pesticidforbrug. Samtidig er der behov for regulering af adgangen til at etablere pilebevoksninger ud fra landskabelige og biologiske hensyn.

Grøn Vækst-aftalen indeholder initiativer til fremme af produktionen af flerårige energiafgrøder, herunder tilskud til etablering (Grøn Vækst, 2009). Aftalen indebærer, at etablering af pil vil modtage et tilskud på 40 % af etableringsomkostningerne frem til 2012. Tilskuddet gives kun til arealer i almindelig omdrift, hvor tilplantningen giver stor kvælstofreduktion, og hvor arealet er beliggende, så kvælstofreduktionseffekten kan indgå i opfyldelsen af Vandrammedirektivet (de såkaldte V1- og V2-områder). Derudover vil der blive mulighed for at foretage straksafskrivning af etableringsomkostningerne. Grøn Vækst-initiativet kan være medvirkende til at øge pileydrkningens omfang til et niveau, hvor de nuværende barrierer i form af usikkerhed om omkostnings- og afsætningsforhold vil være afviklet. På den baggrund er der næppe grundlag for at foreslå fortsat tilskudsgivning i perioden 2013-20, hvor pile-

dyrkning må antages at kunne konkurrere med øvrige afgrøder på almindelige markedsvilkår.

3.3. Fedt i foder til malkekøer

Med de kendte teknologier er øget fedtandel i foderet til malkekøer det mest relevante tiltag (Olesen, 2009). For at gøre tiltaget kontrollerbart og sundhedsmæssigt acceptabelt skal det afgrænses til (kun) at omfatte bestemte typer plantefedtstof, f.eks. rapsolie og solsikkeolie eller olieindholdet i rapsfrø, rapskager, solsikkekager o.l. Ved de gældende prisrelationer er vegetabilsk fedt i de nævnte kategorier en del dyrere end korn pr. foderenhed. Da der ikke er tilsvarende produktionsmæssige fordele forbundet med ændringen, eksisterer der ikke i almindelighed driftsøkonomisk incitament til at øge fedtandelen i kvægfoder i det forudsatte omfang.

Regelstyring, afgifter eller tilskud er principielt relevante implementeringsinstrumenter. Regelstyring kan implementeres i form af krav om anvendelse af en bestemt mængde vegetabilsk fedt pr. malkeko – dvs. et fast iblandingskrav. Instrumentet vil ikke være omkostningsefficient pga. af ufølsomhed over for varierende prisrelationer mellem korn på den ene side og fedt på den anden. (Principielt de samme efficiensproblemer som ved anvendelse af faste iblandingskrav for biobrændstoffer.)

Afgiftsstyring vil kunne implementeres som en metanavgift pr. ko svarende til skyggeprisen pr. CO₂-ækv. Det vil sikre, at de marginale reduktionsomkostninger ikke overstiger CO₂-skyggeprisen. Da det i praksis ikke vil være muligt at opgøre metanudledningen direkte, vil afgiften skulle baseres på normal for metanudledningen fra malkekøers fordøjelse. Som udgangspunkt kan mælkeproducenter pålægges en afgift pr. dyreenhed, der afspejler den gennemsnitlige metanudledning fra en malkeko på årsbasis. For at skabe incitamenter til at reducere metanudledningen skal det være muligt at få nedslag i afgiften, hvis der anvendes virkemidler til nedsættelse af udledningen pr. ko. Det vil for nærværende sige anvendelse af fedt i foderet. Afgiften kan udformes, så der opnås fuld afgiftsfritagelse ved opfyldelse af en fastsat norm for tildeling af plantefedtstof, f.eks. 400 gr. pr. ko pr. dag.

Uanset om der anvendes regelstyring eller afgiftsregulering efter ovenstående model, vil administration af ordningen kræve oprettelse af et system til registrering af anvendelsen af foderfedt på malkekvægbedrifter. Det vil formentlig kunne opbygges som en parallel til det eksisterende system til registrering af køb af handelsgødning. Om-

fangsmæssigt vil der dog være tale om væsentligt færre bedrifter, da kun malkekvæg-besætninger vil være omfattet.

3.4. Efterafgrøder og mellemafgrøder

Efterafgrøder forudsættes implementeret gennem regelstyring, der forholdsvis let kan implementeres gennem krav om etablering af efterafgrøder og/eller mellemafgrøder på en given andel af en bedrifts areal – afhængigt af afgrødesammensætning i øvrigt. Regelstyring vil ikke nødvendigvis være omkostningsefficient pga. af forskellige marginalomkostninger, ved etablering af efterafgrøder fra bedrift til bedrift. Afgifts-styring kan i princippet etableres som en afgift pr. ha for den del af arealet, der ikke dækkes af efterafgrøder, eller hvor jordens kulstofindhold på anden måde vedligeholdes, f.eks. gennem tilførsel af husdyrgødning eller dyrkning af græs. Sættes afgiften til den samfundsmæssige CO₂-skyggepris på kulstofreduktionen i jorden, vil instrumentet (i princippet) være omkostningsefficient. Der eksisterer dog en del usikkerhed omkring størrelsen af kulstofbindingen, som afhænger af plantedækket. Denne usikkerhed gælder især for mellemafgrøder.

3.5. Reduceret jordbearbejdning

Driftsøkonomiske beregninger viser, at reduceret jordbearbejdning skulle være driftsøkonomisk fordelagtigt i sig selv. Alligevel anvendes metoden kun i ret begrænset omfang. Årsagen er formentlig større usikkerhed og større krav til driftslederindsat og rettidighed ifm. reduceret jordbearbejdning. Dertil kommer varierende dyrkningsforhold fra bedrift til bedrift, som ikke kan indfanges i beregningerne med det nuværende datagrundlag. Endvidere kan reduceret jordbearbejdning/pløjefri dyrkning praktiseres på meget forskellig vis. I nogle tilfælde benyttes dyb harvning i et omfang, som reducerer de miljømæssige fordele ved metoden. Det vil være vanskeligt at kontrollere omfanget og karakteren af reduceret jordbearbejdning. Hverken regelstyring eller økonomiske virkemidler virker derfor relevante. Det mest oplagte virkemiddel er formentlig rådgivning og vejledning. Det gør til gengæld implementeringsomfanget usikkert.

3.6. Forbedret kvælstofudnyttelse ved anvendelse af nitrifikationshæmmere

Ved tilsætning af nitrifikationshæmmere til handelsgødning er det muligt at reducere lattergasemissionerne. Der er ingen privatøkonomiske incitamenter til anvendelse, da tilsætning ikke øger kvælstofudnyttelsen nævneværdigt, men alene reducerer ekster-

naliteten lattergasemission. Regelstyring kan i princippet praktiseres gennem krav om, at ammoniumholdig kvælstofgødning skal indeholde nitrifikationshæmmere i et givet forhold bestemt af kvælstofindholdet – dvs. et fast iblandingskrav. Instrumentet vil være let administrerbart, men ikke omkostningsefficient pga. af stor sandsynlighed for at reduktionsomkostningerne vil overstige skyggeprisen på CO₂-reduktion væsentligt. Det vil endvidere skulle afklares, om et krav af den art vil udgøre en ulovlig handelshindring.

Afgiftsregulering kunne implementeres som en inputafgift på kvælstofgødning svarende til CO₂-skyggeprisen på lattergasudledning – differentieret efter forholdet mellem tilsat nitrifikationshæmmere og kvælstofindhold (falder til nul ved opfyldelse af iblandingsnorm). Instrumentet ville være omkostningsefficient og let administrerbart. Det er dog tvivlsomt om en afgift på kvælstofgødning uden nitrifikationshæmmere ville få nogen effekt, så længe afgiften ikke overstiger den samfundsmæssige CO₂-skyggepris. Det skyldes, at reduktionsomkostningerne er forholdsvis høje ved anvendelse af nitrifikationshæmmere.

3.7. Udtagning af landbrugsjord til vedvarende græs og skovrejsning m.m.

Reguleringsinstrumenter til udtagning af landbrugsjord er væsentligt lettere at målrette end instrumenter til regulering af husdyrproduktionen. Det skyldes, at jorden er en ikke-reproducerbar produktionsfaktor, som i dag må betragtes som stort set fuldt udnyttet i Danmark. Påbud eller aftaler om udtagning af landbrugsarealer til ekstensiv drift eller lignende vil derfor ikke blive opvejet af udvidelser andre steder. Tilskudsinstrumentet anvendes i dag i vid ustrækning som incitament til udtagning af landbrugsjord til forskellige miljørettede formål, herunder ekstensivering, naturgenopretning og skovrejsning. Principielt vil der også kunne lægges afgifter på dyrkning af jorde med særligt stort drivhusgas-udledningspotentiale.

3.8. Forsuring af gylle

Vil kunne kombineres med regulering af husdyrgødningsanvendelse til biogasproduktion, således at husdyrgødning, der ikke bioafgasses, pålægges krav om forsuring. Regelstyring af denne art vil imidlertid ikke være omkostningseffektiv, da der vil være stærkt varierende implementerings- og driftsomkostninger for gylleforsuringsanlæg på forskellige bedrifter – i det mindste som følge af størrelsesforskelle. Afgiftsregulering vil kunne sikre omkostningsefficiens, hvis den implementeres i kombination med den foreslåede afgiftsregulering af bioafgasning af husdyrgødning. En afgiftsordning

vil kunne implementeres, således at husdyrgødning, der hverken bioafgasses eller forsuers, pålægges fuld afgift, mens forsuret gylle pålægges reduceret afgift og bioafgasses husdyrgødning helt fritages for afgift.

3.9. Reduktion af husdyrproduktionen

Husdyrproduktionens størrelse er underlagt en vis indirekte regulering gennem miljølovgivningen. Der er dog ikke tale om regulering, som direkte fastsætter et tilladt antal husdyr i Danmark eller produktionsomfang. Direkte regulering af husdyrproduktionens størrelse vil kunne foretages gennem regelstyring, som fastsætter et tilladt antal dyreenheder pr. bedrift for forskellige husdyrarter, eller forskellige former for økonomiske styringsmidler. Økonomiske styringsmidler vil kunne udformes som afgifter på husdyr eller husdyrproduktion, tilskud til reduktion af husdyrproduktion eller omsættelige produktionstilladelser/kvoter.

En regelstyringsordning vil kunne udformes som et krav om en given procentuel nedsættelse af husdyrproduktionen på (samtlige) husdyrbedrifter suppleret med et krav om, at oprettelse af nye husdyrproduktioner kræver en produktionstilladelse – ud over miljøtilladelser mv. Det vil i realiteten sige tildeling af produktionsrettigheder i lighed med mælkekvoterne (før oprettelsen af kvotebørsen), men i dette tilfælde formentlig udformet som det tilladte antal dyreenheder pr. bedrift. En ordning af denne art ville ikke være omkostningseffektiv, da de marginale reduktionsomkostninger vil variere betydeligt fra bedrift til bedrift afhængigt af produktionsapparatets alder og andre driftsforhold. Endvidere ville strukturudviklingen blive begrænset med tab af potentielle produktivitetsforbedringer på længere sigt.

En omkostningseffektiv regulering vil kunne opnås ved at gøre produktionstilladelserne omsættelige – i lighed med mælkekvoterne, der siden 1998 har kunnet omsættes på en kvotebørs. Et lignende system baseret på kvoter opgjort i dyreenheder vil kunne oprettes for de husdyrproduktioner, der ønskes reguleret. Antallet af dyreenheder på de enkelte bedrifter kontrolleres i forvejen gennem gødningsregnskabssystemet.

Afgiftsregulering, der ligeledes er et omkostningseffektivt instrument, vil kunne implementeres ved at pålægge husdyrproducenterne en afgift pr. dyreenhed. I modsætning til omsættelige kvoter, hvor det samlede produktionsloft er bestemt af den regulerende myndighed, giver afgiftsregulering ikke sikkerhed mht. det mængdemæssige resultat af reguleringen. En anden væsentlig forskel er, at afgiftsregulering skaber indkomstoverførsler i form af provenu til staten. Er det en uønsket effekt, kan afgifts-

provenuet føres tilbage til producenterne gennem tilskudsordninger, som ikke afhænger af størrelsen af husdyrproduktionen på den enkelte bedrift.

Endelig kan husdyrproduktionen reguleres gennem tilskud til ophør med husdyrproduktion eller nedsættelse af produktionen. For at opnå tilstrækkelig effekt vil det formentlig være nødvendigt at tinglyse bestemmelser på de omfattede bedrifters arealer, som forhindrer, at arealerne overgår til andre husdyrbedrifter som harmoniareal. Den samlede produktionsreduktion vil være vanskeligt at beregne, da tilskud til produktionsreduktion ikke vil forhindre andre bedrifter i at udvide. Ønskes der sikkerhed for en given reduktion af husdyrbestanden, må tilskudsordningen suppleres med et kvotesystem, som i udgangssituationen lægger loft over husdyrbestanden på bedriftsniveau. Herefter kan der etableres et kvotemarked, hvor producenterne kan handle frit, samtidig med at staten opkøber kvoter/produktionsrettigheder og dermed reducerer den samlede husdyrproduktion.

De beskrevne økonomiske styringsmidler er kun omkostningseffektive i den forstand, at de (potentielt) kan sikre, at de marginale reduktionsomkostninger pr. fjernet dyreenhed udjævnes for samtlige husdyrbedrifter. Derimod giver ingen af de nævnte instrumenter incitamenter til teknologiændringer, som kan reducere drivhusgasudledningerne pr. dyreenhed eller produceret enhed – f.eks. i form af ændret fodersammensætning til drøvtyggere og anvendelse af husdyrgødning til biogas.

3.10. Reduceret N-norm græs

Det mest oplagte implementeringsinstrument vil formentlig være regelstyring gennem det eksisterende normsystem for kvælstoftildeling på den enkelte bedrift.

4. Beregnings- og prisforudsætninger

Analysen er gennemført i overensstemmelse med en række fælles beregningsprincipper vedtaget for undersøgelsen af omkostningseffektive klimatiltag for de ikke-kvoteomfattede sektorer (Energistyrelsen, 2009a). De mest centrale beregningsforudsætninger omfatter:

- Der regnes i 2009-priser og der tilbagediskonteres til 2009.
- Der anvendes en nettoafgiftsfaktor (NAF) på 1,35
- Der anvendes en diskonteringsrate på 5 % efter Finansministeriets anvisninger.

Der benyttes følgende kvote- og skyggeprisforudsætninger (der begrundes nærmere i de følgende afsnit):

- CO₂-kvotepris = 225 kr. pr. ton fra 2013 og fremefter (Energistyrelsen, 2009b).
- CO₂-skyggepris (foreløbig) for ikke-kvoteomfattet område = 400 kr. (De Økonomiske Råd, 2009).
- Skyggepris på reduceret N-udvaskningen fra rodzonen = 23 kr. pr. kg N.
- Skyggepris på reduceret ammoniakfordampning = 39 kr. pr. kg NH₃-N.

4.1. Samfundsmæssig værdi af CO₂-fortrængning på kvoteomfattet område

EU's klima- og energipakke skelner mellem kvoteomfattede og ikke-kvoteomfattede sektorer. I de kvoteomfattede sektorer indgår større energiproducerende anlæg samt en række energitunge industrier. Den øvrige del af industrien (mindre energiproducerende anlæg, jordbrug, transport, husholdningernes centralvarmeanlæg samt affald og

industrigasser) indgår i de ikke-kvoteomfattede sektorer. Endvidere får hvert medlemsland bindende mål for andelen af vedvarende energi (VE) i 2020. Klima- og energipakken stiller følgende krav til Danmark for perioden 2012-20:

- 21 pct. Reduktion af drivhusgasudledningen i de kvoteomfattede sektorer i forhold til 2005 for EU som helhed.
- For de ikke-kvoteomfattede sektorer er reduktionsmålet for Danmark 20 pct.
- VE-målet for Danmark er 30 pct., herunder 10 pct. VE i transportsektoren.

Landbruget kan bidrage til reduktion af drivhusgasudledningerne gennem produktion af biomasse til energiformål såvel som reduktioner i drivhusgasudledningerne fra landbrugets egne aktiviteter. F.eks. vil produktion af biogas på basis af husdyrgødning give anledning til drivhusgasreduktioner for både det kvoteomfattede og det ikke-kvoteomfattede område. Inden for kvoteområdet vil biogas fortrænge fossile brændsler, mens de reducerede metan- og lattergasudledninger vil indgå i det ikke-kvoteomfattede områdes balanceopgørelse.

Leverancer af biomasse til kvoteomfattede energianlæg kan ikke medregnes som en del af målsætningsopfyldelsen for det ikke-kvoteomfattede område. CO₂-fortrængningen ved biomasseleverancer til det kvoteomfattede område skal således ikke medtages ved opgørelsen af et tiltags reduktionseffekt, da den samlede udledning på kvoteområdet bestemmes via kvotemarkedet. Virkemidlers positive eller negative effekt på CO₂-udledningen inden for det kvoteregulerede område betragtes derfor som en sideeffekt (Energistyrelsen, 2009a).

CO₂-fortrængningen på det kvoteomfattede område er dog ikke uden velfærdsøkonomisk værdi, idet CO₂-reduktion vil blive omsat i øget salg (eller mindre køb) af kvoter. Velfærdsøkonomisk betyder det, at værdien af en CO₂-reduktion for det kvoteomfattede område skal medtages i beregningen af virkemidlets CO₂-skyggepris for reduktioner inden for det ikke-kvoteregulerede område for (op. Cit.). Den velfærdsøkonomiske værdi af en CO₂-reduktion for det kvoteomfattede område opgøres til den forventede kvotepris som angivet i Energistyrelsens beregningsforudsætninger – nærmere betegnet 225 kr. pr. ton CO₂-ækv. Fra 2013 og fremefter (Energistyrelsen, 2009b).

4.1.1. CO₂-skyggepris for det ikke-kvoteomfattede område

Som det fremgår af kapitel 3 om implementeringsinstrumenter, forudsætter en del af beregningerne i nærværende analyse, at drivhusgasudledninger fra landbrugsaktiviteter pålægges afgifter. Principielt bør afgiften fastsættes, så den svarer til CO₂-skyggeprisen for det ikke-kvoteomfattede område. Et af formålene med undersøgelsen af omkostningseffektive klimatiltag er at beregne skyggeprisen for drivhusgasreduktion på det ikke-kvoteomfattede område. Da analyserne endnu ikke er afsluttet, er sådan et estimat ikke tilgængeligt. I stedet benyttes De Økonomiske Råds estimat på 400 kr. i marginalomkostninger for drivhusgasreduktion på det ikke-kvoteomfattede område som benchmark i (nogle af) beregningerne⁵ (De Økonomiske Råd, 2009).

4.1.2. Skyggepriser på VE-kravet og energibesparelsesmålsætningen

Det må antages at være forbundet med samfundsmæssige omkostninger at opfylde energibesparelsesmålsætningen og kravet om vedvarende energis (VE) andel af den samlede energiforsyning. Et tiltags bidrag til opfyldelse af disse målsætninger repræsenterer derfor en samfundsmæssig værdi. Energistyrelsen leverer kvantificerede skøn over de samfundsmæssige skyggepriser på hhv. VE-kravet og energibesparelsesmålsætningen [er p.t. ikke til rådighed].

4.2. Effekt på andre miljøpolitiske målsætninger

Har virkemidlet indflydelse på opfyldelsen af andre miljørelaterede målsætninger, skal denne effekt vises særskilt opgjort i den relevante fysiske enhed (Energistyrelsen, 2009a). For målsætninger der er værdisat, skal værdien af effekten inkluderes i den samfundsøkonomiske reduktionsomkostning, såfremt målsætningen ikke i allerede er opfyldt (op. Cit.)

De væsentligste miljømæssige sideeffekter af de relevante landbrugstiltag er mindre belastning af vandmiljøet med kvælstof, reducerede lugtgener, lavere pesticidforbrug og større biodiversitet. Reduceret kvælstofudvaskning og ammoniakfordampning indgår i beregningerne til en samfundsmæssig skyggepris opgjort i forbindelse med vandmiljøplanudredningerne. Det har ikke været muligt at vurdere de øvrige eksterna-

⁵ En anden tilgang er at benytte en afgiftssats, som vil give økonomiske incitamenter til implementering af et tiltag i et givet omfang. Denne fremgangsmåde forudsætter, at der kan opstilles rimeligt sikre skøn over de marginale reduktionsomkostninger de pågældende tiltag. For en del af de tiltag, der undersøges i denne rapport, er det ikke muligt.

litetsændringer til skyggepriser eller marginale skadesomkostninger. De behandles derfor kvalitativt i analyserne.

4.2.1. Skyggepris på reduceret kvælstofudvaskning

Den samfundsmæssige værdi af reduceret kvælstofudvaskning er bestemt med udgangspunkt i de senest vedtagne planer til beskyttelse af vandmiljøet. Det vil i denne analyse sige de beregnede omkostninger ved implementering af Vandmiljøplan II, Vandmiljøplan III (midtvejsevaluering) og Virkemiddeludvalg (VMU) I og II.

De forskellige analysers omkostningsestimater er angivet i tabel 4.2.1. For samtlige beregninger viser tabellen omkostningerne ved reduktion af N-udvaskningen fra rodzonen. I Virkemiddeludvalg I og II er reduktionsomkostningerne opgjort for N-tabet til vandmiljøet. Disse opgørelser er i tabellen omregnet til N-udvaskning fra rodzonen ved at dividere med den forudsatte N-retention.

Tabel 4.2.1 Budgetøkonomiske omkostninger ved reduktion af N-udvaskning fra rodzonen

	Udgivel- sesår	Forudsat kvælstof- retention	Reduktion i N- udvaskning ton N pr. år	Omkostning mio. kr./år	Kr. pr. kg N fra rodzonen
VMPII slutevaluering	2003	-	35.900	523	15
VMPIII aftale fra 2004	2004	-	4.100	77	19
VMPIII midtvejsevaluering	2008	-	1.730	70	41
VMU I rapport ¹	2007	67 %	25.778	329	13
VMU II rapport	2009	67 %	30.481	710	23
Kystvande (sc. 2)					
Grøn Vækst (foreløbigt skøn)	2009	56 %	Ca. 15.000	Ca. 300	Ca. 20

Kilder: Jacobsen (2004), Finansministeriet (2007), Jacobsen et al. (2009) og Jensen et al. (2009).

Som det fremgår af tabellen varierer de beregnede omkostninger ved nedbringelse af kvælstofudvaskningen en del fra undersøgelse til undersøgelse. Det skyldes bl.a., at højere reduktionskrav resulterer i stigende reduktionsomkostninger pr. kg N. Sammensætningen af tiltag har også væsentlig betydning. De høje omkostninger på 41 kr. pr. kg N, der opgjort i VMPIII midtvejsevalueringen, skyldes således, at dyre tiltag som MVJ og skovrejsning har påvirket de samlede omkostninger mere end oprindelig forventet. Endvidere spiller landbrugspriserne en væsentlig rolle. Når omkostningerne i VMU II er højere end VMU I, skyldes det især højere priser på korn m.m. Kornprisen i VMU I var sat til 80 kr. pr. hkg, mens den i VMU II er hævet til 160 kr. pr. hkg. I begyndelsen af 2009 var kornprisen igen faldet til omkring 80 kr. pr. hkg.

I denne analyse benyttes en N-skyggepris svarende til de beregnede reduktionsomkostninger i VMU II's rapport på 23 kr. pr. kg N opgjort budgetøkonomisk. Som nævnt er kornprisen faldet betydeligt i forhold til den forudsatte kornpris på 160 kr. pr. hkg i VMU II. P.t. må skyggeprisen derfor antages at være overvurderet. Internationale analyseinstitutioner forventer dog en realprisstigning fra det nuværende lave niveau. En anden faktor, der kan påvirke de beregnede reduktionsomkostninger, er den forudsatte N-retentionen. Udmeldinger fra miljøcentre viser, at retentionen snarere er 56 % end de tidligere antagne 67 %. Det vil trække de beregnede reduktionsomkostninger op.

N-reduktionsomkostningerne i VMU II's rapport fra 2009 på 23 kr. pr. kg N vurderes derfor at repræsentere det mest realistiske skøn for perioden frem til 2020. Det er godt og vel dobbelt så højt som den kvælstofskyggepris på 11 kr. pr. kg N, der blev benyttet i rapporten Landbrug og Klima (Dubgaard et al., 2008). Dette skøn var baseret på tidligere undersøgelser af reduktionsomkostningerne for kvælstof.

4.3. Skyggepris på reduceret ammoniakfordampning

I ny rapport udarbejdet for Miljøstyrelsen er reduktionsomkostningsintervallet beregnet til 40-100 kr. pr. kg $\text{NH}_3\text{-N}$ afhængigt af reduktionskravets størrelse (Anon., 2008). I de analyserede scenarier sker der en yderligere reduktion på mellem 27 og 35 % i forhold til niveauet i 2006. I oplægget til Grøn Vækst forudsættes en skærpelse af det generelle reduktionskrav ved nybyggeri med 25 % til 30 % i forhold til reference-niveauet. Det vurderes derfor, at de relevante reduktionsomkostninger ligger i den lave ende af intervallet i den seneste udredning (op. Cit.). På den baggrund sættes skyggeprisen på reduceret ammoniakfordampning til 39 kr. pr. kg $\text{NH}_3\text{-N}$ i nærværende analyse. Det er væsentligt højere end tidligere anvendte skyggepriser på 8 kr. pr. kg $\text{NH}_3\text{-N}$, der var baseret på tiltag til reduktion af ammoniakfordampningen i marken (Jacobsen et al., 2004 og Olesen et. Al., 2001).

4.4. Behandling af tilskud

Efter 2003-reformen af EU's landbrugspolitik omfatter den generelle landbrugsstøtte (Søjle 1) to hovedelementer. Det ene består af enkeltbetalingsordningen, der ud over selve enkeltbetalingen (den afkoblede støtte) indeholder koblet støtte i form af tilbageværende areal- og husdyrpræmier samt visse tilbageværende pristilskud. Det andet hovedelement omfatter et antal markedsordninger – et for hver af de fleste hovedka-

tegorier af landbrugsprodukter. Markedsordningerne bidrager fortsat til at stabilisere og hæve priserne for landbrugsprodukter – om end i væsentlig mindre grad end tidligere – da de garanterede mindstepriser er blevet sænket markant gennem de senere år. Det er karakteristisk for støtte inden for Søjle 1, at den gives til alle eller langt de fleste landmænd, som det er tilfældet med fx enkeltbetalingen, eller den gives til hele den pågældende produktion. Støtten betales fuldt ud af EU. Produktions- og miljøtilskud behandles forskelligt i hhv. de drifts- og velfærdsøkonomiske analyser.

I de drifts-/budgetøkonomiske analyser indgår alle produktionsafhængige/koblede tilskud som bidrag til indtjeningen i den enkelte driftsaktivitet. Enkeltp betalingsstøtten fra EU (på ca. 2.300 kr./ha), gives til al landbrugsjord. Der er tale om et afkoblet lump sum-tilskud, som gives uafhængigt af arealanvendelsen, så længe jorden vedligeholdes i en tilstand, hvor den stadig kan benyttes til landbrug. Det er således ikke nødvendigt at dyrke jorden for at opnå tilskuddet. Da ingen af de analyserede tiltag i nærværende undersøgelse påvirker udbetalingen af tilskuddet, er det uden effekt på resultaterne, og det indgår derfor ikke i beregningerne.

I de velfærdsøkonomiske analyser udelades tilskud fra den danske statskasse, da der er tale om transfereringer mellem grupper i det danske samfund. Tilskud fra EU repræsenterer derimod en valuta indtjening for Danmark på linje med eksportindtægter. Den marginale effekt af de modtagne tilskud på Danmarks betalinger til EU er nær nul. EU-finansierede tilskud indgår derfor med det fulde beløb i de velfærdsøkonomiske beregninger. Som nævnt ovenfor er enkeltbetalingsstøtten fra EU til landbrugsjord et afkoblet lump sum-tilskud, der ikke påvirkes af de analyserede tiltag. Det indgår derfor ikke i de velfærdsøkonomiske beregninger af CO₂-skyggepriser.

4.5. Beskrivelse af AGMEMOD-modellen

Til pris- og produktionsfremskrivninger m.m. benyttes den tidligere omtalte EU-model AGMEMOD (Hanrahan, 2008). AGMEMOD-modellen er en partiel dynamisk ligevægtsmodel for de europæiske markeder for landbrugsprodukter. Modellen beskriver produktion, forbrug, lagerændringer, import og eksport samt prisdannelsen for en række af de væsentligste landbrugsprodukter (bl.a. hvede, byg, rug, havre, majs, raps, kartofler, sukkerroer, oksekød, svinekød, fjerkrækød, mælk og mejeriprodukter) i 24 af EU's 27 medlemslande.

Modellen giver fremskrivninger for de enkelte år frem mod 2020 for disse variable, givet forudsætninger om landbrugspolitikken (bl.a. interventionspriser, tilskudssatser,

kvoter, braklægningssatser, toldsatser), udvikling i verdensmarkedspriser på landbrugsprodukterne, samt den makroøkonomiske udvikling (befolkning, BNP, inflation, valutakurser) i de respektive lande.

Modellen fokuserer på markederne for landbrugsprodukter, mens dens beskrivelse af landbrugets faktorforbrug sker på et ret aggregeret niveau. Faktorsiden er således – bortset fra foderforbruget – alene beskrevet ved aggregerede omkostningsindeks for de respektive produktionsgrene. Omkostningsindekset i planteproduktionen antages at følge den generelle prisudvikling målt ved BNP-deflatoren, mens omkostningsindeksene i de animalske produktionsgrene tager hensyn til udviklingen i foderpriserne.

Produktmarkeder er forbundet på forskellige måder:

- En række planteprodukter (bl.a. korn og olieklager) indgår som foder i husdyrsektorerne, og plante- og husdyrproducenter står således overfor de samme priser, for så vidt angår disse produkter
- Markederne for forskellige typer kød er forbundet via substitution i forbruget
- Markederne for forskellige typer mejeriprodukter er indbyrdes forbundne via tekniske sammenhænge i produktionen (fedt- og proteinbalancer) samt via substitution i forbruget.

Modellens ligninger er som hovedregel estimeret ved hjælp af økonometriske metoder baseret på data for perioden 1973-2005. Der er så vidt muligt anvendt data fra Eurostat til formålet, for at sikre konsistens og ensartet tilgængelighed i data på tværs af lande. I enkelte tilfælde har det været nødvendigt at kalibrere parametre i modellen. Blandt sådanne kalibrerede parametre er modellens parameter for mælkeudbuddets respons på prisændringer, hvor den historiske periode har været kendetegnet ved kvoteregulering, hvilket har sløret sammenhængen mellem prisincitament og produktion.

Centrale ligninger i forhold til nærværende analyse er udbudsligningerne for mælk, oksekød og svinekød.

For mælk er udbudsfunktionen præget af overgangen fra et kvotesystem til et dereguleret system. Udbuddet af mælk bestemmes dels af kvotens størrelse og dels af forholdet mellem mælkepris og et indeks for omkostningerne i malkekvægholdet. Under kvotesystemet (som fortsætter frem til 2014) antages kvotens størrelse at spille en betydelig rolle for mælkeproduktionen – og prisforholdet en mindre rolle – mens produktionen efter 2015 alene styres af prisforholdene. Antallet af malkekøer bestemmes

i modellen ved at dividere mælkeproduktionen med mælkeydelsen pr. ko (som forudsættes at stige de kommende år med en stigningstakt svarende til de senere år).

Produktionen af oksekød afhænger i modellen af antallet af køer (malkekøer + ammekøer), og antallet af ammekøer bestemmes som en funktion af forholdet mellem prisen på oksekød og et indeks for omkostningerne i kødkvægproduktionen. I beregningen af dette prisforhold er der foretaget en justering for en (forholdsvis) udbudsvirkning af afkoblet støtte.

Produktionen af svinekød afhænger af antallet af søer, som igen afhænger af forholdet mellem prisen på svinekød og et indeks for omkostningerne i svineproduktionen. Eksport af smågrise indgår således ikke i modellen.

4.6. Prisforudsætninger for energi- og landbrugsvarer

Beregningerne for perioden 2013-20 foretages som hovedregel i 2009-priser (Energistyrelsen, 2009a). Dvs. at de relative priser forudsættes uændrede gennem hele perioden 2009-2020 og så langt frem, som beregningerne i øvrigt rækker. Der er dog tale om en simplificerende antagelse, som ikke virker rimelig for en række (rå)varer af central betydning for beregningsresultaterne. Det drejer sig om råvarer, der er udsat for store prissvingninger over tiden og/eller (forventede) ændringer i realprisen over tid. I begge tilfælde der risiko for, at anvendelse af 2009-priserne vil give et billede præget af prissvingninger og en over- eller undervurdering af den forventede udvikling i realprisen på længere sigt. Disse problemer knytter sig især til energivarer som olieprodukter og naturgas samt landbrugsprodukter. Begge produktgrupper har de seneste år være præget af store prisstigninger (en fordobling eller mere) og tilsvarende prisfald. Beregningsresultaterne vil derfor blive stærkt påvirket af valget af basisår, medmindre beregningspriserne baseres på skøn over udviklingen på længere sigt.

For energipriserne benyttes Energistyrelsen fremskrivning af realpriserne på disse produkter i perioden frem til 2030 (Energistyrelsen, 2009b). Tabel 4.5.1 viser, at fremskrivningen forudsætter en betydelig realprisstigning på olieprodukter og naturgas samt biomasse til brændsel frem til 2030. Efter 2030 forudsættes konstante realpriser.

Tabel 4.5.1 Brændselspriser inkl. Transporttillæg, 2009-kr./GJ an forbrugssted

	Naturgas ¹	Biogas ²	Træflis	Pileflis ³	Diesel
2008	55,0	110	45,7	41,12	135,3
2009	42,0	97,9	47,0	42,33	105,3
2010	48,3	103,8	46,1	41,45	116,6
2011	55,7	110,6	47,0	42,34	129,4
2012	64,2	118,6	48,1	43,30	144,1
2013	74,3	128,0	49,3	44,36	161,1
2014	74,7	128,3	50,6	45,53	160,9
2015	75,0	128,7	51,1	45,97	160,7
2016	76,3	129,9	51,4	46,26	163,0
2017	77,7	131,2	51,9	46,68	165,5
2018	79,0	132,4	52,3	47,09	168,0
2019	80,4	133,7	52,8	47,51	170,5
2020	81,9	135,0	53,3	47,94	173,1
2021	82,7	135,9	53,7	48,37	174,6
2022	83,7	136,7	54,2	48,76	176,3
2023	84,6	137,6	54,6	49,16	178,0
2024	85,5	138,5	55,1	49,57	179,6
2025	86,5	139,4	55,5	49,97	181,4
2026	87,4	140,2	56,0	50,39	183,0
2027	88,4	141,1	56,4	50,80	184,7
2028	89,3	141,9	56,9	51,22	186,3
2029	90,2	142,8	57,4	51,64	188,1
2030	91,3	143,8	57,9	52,07	189,9

1. Naturgaspris ved salg til mindre varmeværk med et årsforbrug på omkring 2 mio. m³.

2. Markedspris ved salg til et kraftvarmeværk.

3. Det antages, at pileflis afsættes til en pris 10 % lavere end prisen på træflis an værk.

Kilde: Energistyrelsen (2009b) samt egne beregninger

Den forventede udvikling i realprisen for landbrugsprodukter det kommende årti er modelleret af flere internationale analyseinstitutioner – bl.a. OECD, EU og United States Department of Agriculture. Her benyttes prisfremskrivninger for EU og Danmark foretaget med AGMEMOD modellen.

AGMEMOD modellens prisfremskrivninger bygger på en forudsætning om, at der i EU er et ”key market” for de enkelte varer (for korn og animalske produkter typisk Frankrig eller Tyskland), hvor der dannes en pris som funktion af bl.a. verdensmarkedspris, interventionspris, produktion og forbrug i det pågældende land samt den aggregerede selvforsyningsgrad for EU som helhed. For de øvrige EU-lande beregnes produktprisen som en funktion af prisen på dette ”key market”. AGMEMOD-modellens verdensmarkedsprisforudsætninger bygger på fremskrivning udarbejdet af det amerikanske Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI, 2009).

Her benyttes de seneste AGMEMOD-prisfremskrivninger, der er foretaget i 2009. Fremskrivningerne omfatter realprisudviklingen for landbrugsprodukter i Danmark

frem til 2020. Den forventede realprisudvikling for de vigtigste landbrugsprodukter i analyseperioden 2013-20 ses i tabel 4.5.2. Priserne for 2009 er de forventede prisniveauer for de pågældende landbrugsprodukter i Budgetkalkuler 2009.

For korn og oliefrø viser fremskrivningerne ret beskedne ændringer i forhold til det prisniveau, der tegner sig for 2009. Som det fremgår af tabellen, forventer AGMEMOD en moderat stigning i realprisen på korn frem til 2013, hvorefter realprisen forventes at falde jævnt frem til 2020. For 2013-20 svarer gennemsnitsprisen på byg nogenlunde til 2009-prisen, men gennemsnitsprisen på hvede forventes at ligge omtrent 20 % højere end 2009-prisen. For raps forventes et realprisfald, således at gennemsnitsprisen for 2013-20 ligger ca. 16 % under 2009-prisen. De meget høje priser i 2007-08 forventes altså ikke at optræde på længere sigt.

Tabel 4.5.2 AGMEMOD modellens prisforudsætninger for udvalgte landbrugsprodukter, 2013-2020

	Budget-	AGMEMOD								
	kalkuler									
	2009	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Gens. 2013-20
Hvede, kr./hkg	98	130	128	125	122	119	115	112	109	120
%-ændring		33	-1,59	-2,16	-2,75	-2,53	-3,01	-2,98	-2,82	-2,55
Byg, kr./hkg	98	107	105	105	102	100	97	95	93	101
%-ændring		9,37	-1,25	-1,20	-2,23	-2,31	-2,41	-2,29	-2,17	-1,98
Raps, kr./hkg	220	199	195	190	186	181	177	173	170	184
%-ændring		-9,74	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02
Rapsolie,kr./hkg	-	447	444	436	431	421	413	405	398	424
%-ændring			-0,01	-0,02	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
Slagtesvin, kr./kg	10,04	10,05	9,92	9,77	9,62	9,59	9,57	9,52	9,46	9,69
%-ændring		0,06	-0,01	-0,01	-0,02	0,00	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
Mælk, kr./ kg	2,15	1,85	1,83	1,79	1,77	1,74	1,70	1,69	1,69	1,76
%-ændring		-13,90	-0,01	-0,02	-0,01	-0,02	-0,02	-0,01	0,00	-0,01

Kilde: Budgetkalkuler 2009, AGMEMOD og egne beregninger.

4.7. Jordrenteberegninger for standardsædskifter

For de tiltag, der medfører ændringer i den nuværende anvendelse af landbrugsjord, opgøres de økonomiske omkostninger som ændringer i jordrenten. Jordrenten repræsenterer nettoafkastet til produktionsfaktoren landbrugsjord. Den opgøres som forskellen mellem afgrødens (salgs)værdi og de samlede omkostninger ved dyrkning af afgrøden, herunder udsæd, gødning, kemikalier, aflønning af arbejdskraft (inkl. ejers) samt afskrivninger og forrentning af maskiner og udstyr. Principielt svarer jordrenten til den forpagtningsafgift, der kan betales for jord af en given dyrkningsværdi.

Jordrenten er opgjort som dækningsbidrag II for div. afgrøder i publikationen Budgetkalkuler fra Dansk Landbrugsrådgivning. Beregningerne er i 2009-priser som opgjort i Budgetkalkuler 2009 fra januar 2009. For perioden 2013-20 benyttes prisfremskrivninger fra AGMEMOD modellen for de relevante afgrøder som beskrevet i afsnit 4.5 ovenfor.

Pga. af de relativt beskedne ændringer i de forventede realpriser er der ikke den store forskel på de beregnede dækningsbidrag i 2009 og perioden 2013-20. Beregningerne viser, at det ikke er nødvendigt at foretage selvstændige jordrenteberegninger for perioden 2013-20, da disse stor set vil være sammenfaldende med jordrenten baseret på 2009-prisniveauet.

Tabel 4.6.1 Jordrenteberegninger for typiske sædskifter på ler- og sandjord for perioden 2013-2020, kr. pr. ha

Sædskifte, planteavls- og svinebedrift	Pris, 2009		Udbytte, normal		2009-priser kr./ha	DBII (jordrente) Gens. 2013-20
	Kerne kr./kg	Halm kr./ton	Kerne hkg/ha	Halm ton/ha		
Sandjord						
Vårbyg	0,98	500	38	2,50	-622	-520
Vinterbyg	0,98	500	49	3,10	172	304
Vinterraps	2,20	0	23	2,40	-2.077	-2.905
Vinterhvede (1. års)	0,98	500	54	3,50	319	715
Vinterhvede (efter korn)	0,98	500	49	3,20	622	670
Gennemsnit for sædskifte, plante-/svinebedrift					-317	-347
Frøgræs (alm. rajgræs)	7,10	500	12	4,00	3.174	
Fabrikskartofler	53,00		530		3.258	
Gens. Med højtærtafgrøder (2 og 4 %)					-104	
Lerjord						
Vårbyg	0,98	500	58	3,00	872	1.028
Vinterbyg	0,98	500	72	3,60	1.927	2.121
Vinterraps	2,20	0	36	3,00	-210	-306
Vinterhvede (1. års)	0,98	500	90	4,70	3.127	5.121
Vinterhvede (efter korn)	0,98	500	81	4,40	2.095	3.890
Gennemsnit for sædskifte					1.562	2.371
Frøgræs (alm. rajgræs)	7,10	500	14	4,20	4.240	
Fabriksroer	19,00		634		333	
Gens. med højtærtafgrøder (10 og 7 %)					1.744	

Kilde: Budgetkalkuler 2009 samt egne beregninger.

4.7.1. Bonitetsbetingede jordrenteforskelle

Som tabel 4.6.1 viser, er der en betydelig forskel på jordrenten for hhv. ler- og sandjord. På lerjordsbedrifter er den gennemsnitlige jordrente for et standardsædskifte beregnet til knap 2.400 kr./ha i gennemsnit for perioden 2013-2020. Det er en stigning

på ca. 800 kr./ha i forhold til den beregnede jordrente i 2009. På sandjord er den beregnede jordrente negativ – nærmere betegnet minus 347 kr. pr. ha for perioden 2013-20 og minus 317 kr. pr. ha i 2009.

I princippet burde negative jordrenter ikke kunne forekomme over en længere periode. Det ville i givet fald være mere fordelagtigt at ophøre med dyrkning af jorden og stadig modtage enkeltbetalingsstøtten fra EU på ca. 2.300 kr./ha. Beregningsresultaterne for sandjord skulle derfor indikere, at sandjord kan forventes at blive marginaliseret på lidt længere sigt, medmindre særlige forhold gør sig gældende, specielt anvendelse som harmoniarealer for husdyrproduktion. Det er dog også set i tidligere perioder, at budgetkalkuler og regnskabsstatistik har vist negative jordrenter på sandjord – uden at brugerne har opgivet dyrkningen af sandjord i noget større omfang. Det tyder på, at standardkalkuler i vist omfang undervurderer indtjeningen i planteavl.

Der kan være økonomisk rationelle grunde til, at brugere af landbrugsjord med beregnet negativ jordrente fortsætter med at dyrke jorden. Ved beregningen af jordrenten forudsættes det, at brugerfamiliens arbejdsindsats skal aflønnes med en standardtime-løn, der svarer til den overenskomstmæssige løn for arbejdere i landbruget. Det er ikke sikkert, at brugeren i praksis kræver en aflønning på dette niveau. Korrekt opgørelse af jordrenten forudsætter endvidere, at kapitalomkostningerne er estimeret korrekt. Hvis kapitalomkostninger er for højt sat i forhold til brugerens kapitalaflønningskrav, vil jordrenten være underestimeret. Dertil kommer, at beregningerne er baseret på gennemsnitstal for, hvad der kan opnås ved almindelig god driftsledelse. Brugere, der er i stand til at opnå højere effektivitet, vil evt. kunne dyrke en gennemsnitlig marginaljord med et positivt afkast. At dyrkningen af dårlig jord har tendens til at fortsætte på trods af en beregnet negativ jordrente, kan derfor ikke nødvendigvis tolkes som udtryk for irrationel økonomisk adfærd fra brugernes side.

4.7.2. Forpagtningsafgifter i forskellige landsdele

Betalte forpagtningsafgifter er opgjort i Fødevareøkonomisk Instituts regnskabsstatistikker fordelt på forskellige landsdele. Det giver mulighed for at sammenligne beregnede jordrenter med betalte forpagtningsafgifter i et vist omfang. Varierende husdyrtæthed og behov for harmoniarealer forstyrrer dog sammenhængen, ligesom det er vanskeligt at knytte præcise bonitetsmål til de betalte forpagtningsafgifter, der opgøres i regnskabsstatistikken. Der er således ikke statistisk grundlag for at foretage en direkte sammenligning mellem beregnede jordrenter for forskellige boniteter og de faktisk betalte forpagtningsafgifter. Men regnskabsstatistikken kan give et fingerpeg

om størrelsen af den faktiske opfattelse af jorden økonomiske dyrkningsværdi i forskellige egne af landet – og dermed forskellige gennemsnitsboniteter.

Tabel 4.6.2 viser de gennemsnitlige forpagtningsafgifter i forskellige landsdele i 2007. Prisrelationerne for den periode, hvor forpagtningsaftalerne er indgået svarer stort set til de estimerede prisrelationer for 2009. Dvs. at der på dårlige boniteter har været en negativt beregnet jordrente. De betalte forpagtningsafgifter er i tabellen renset for tilskud via enkeltbetalingsordningen, som udbetales til forpagteren. Forpagtningsafgift minus enkeltbetaling svarer således til betalingen for jordens værdi som produktionsfaktor. Som forventet er forpagtningsafgifterne højest i lerjordsområderne i de østlige dele af landet. Her betales der i størrelsesordenen 1.200-1.600 kr. pr. ha i ren forpagtningsafgift. Den beregnede jordrente for lerjord i 2009 (vist i tabel 4.6.1) befinder sig inden for dette interval. I Nordjylland med væsentligt ringere boniteter blev der betalt godt 600 kr. pr. ha. På den baggrund kan det umiddelbart virke overraskende, at der i Vestjylland blev betalt knap 1.200 kr. pr. ha i gennemsnitlig forpagtningsafgift. Her spiller høj husdyrtæthed givetvis en væsentlig rolle for prisdannelsen på forpagtning.

De registrerede forpagtningsafgifter indikerer, at jordrenteberegninger baseret på standardkalkuler tenderer til at undervurdere jordens faktiske dyrkningsværdi. Det er ikke muligt at give et præcist skøn for, hvor meget det drejer sig om. I de følgende beregninger af mistet dækningsbidrag ved ændret arealanvendelse er det valgt at sætte jordrenten på sandjord lig med nul. Dvs. ca. 350 kr. højere end den beregnede negative jordrente i tabel 4.6.1. Pga. af usikkerhed om den faktiske afvigelse mellem den beregnede og den reelle jordrente er der ikke foretaget en tilsvarende korrektion for lerjord. Nulstilling af jordrenten for sandjord kan betragtes som et udtryk for, at der i omkostningsberegningerne for alternative anvendelser af jorden ikke accepteres irrational økonomisk adfærd på længere sigt i form af tabsgivende dyrkning af landbrugsjord. Hvis den beregnede negative jordrente faktisk afspejler de økonomiske realiteter, indebærer det en antagelse om, at jord med negativ jordrente vil glide ud af dyrkning på længere sigt.

Tabel 4.6.2 Betalt forpagtningsafgift pr. ha i 2007

	Hovedstaden	Sjælland	Fyn	Syddanmark	Østjylland	Vestjylland	Nordjylland	Hele landet
Forpagtningsafgift	2.478	3.944	4.011	3.675	3.490	3.484	2.918	3.525
Forpagtningsafgift minus enkeltbetaling*	178	1.644	1.711	1.375	1.190	1.184	618	1.225

* Enkelbetaling = 2.300 kr./ha

Kilde: Fødevareøkonomisk Institut: Landbrugsregnskabsstatistik, Serie A (2008) og egne beregninger.

4.8. Driftsøkonomiske kalkuler og negativt nettoafkast generelt

Flere af de driftsøkonomiske kalkuler viser et negativt nettoafkast i forbindelse med landbrugsproduktion. Det gælder som nævnt planteavl på sandjord, men også kalkulen for mælkeproduktion (i afs. 5.14) viser et negativt nettoafkast. I disse tilfælde indikerer beregningerne, at det (på længere sigt) vil være en økonomisk gevinst for landbruget at opgive de pågældende aktiviteter. Et negativt driftsøkonomisk afkast resulterer i en negativ CO₂-skyggepris for det pågældende tiltag – dvs. en win-win-situation, hvor både landbruget og samfundet ifølge beregningerne vil kunne opnå en gevinst ved at nedlægge den pågældende produktion.

Disse resultater må dog tages med forbehold. Afkastet i forbindelse med landbrugsproduktion er beregnet som det nettooverskud, der er tilbage, når alle indsatsfaktorer inklusive den investerede kapital og brugerfamiliens egen arbejdsindsats er aflønnet – dvs. indregnet som omkostninger i de kalkuler, der benyttes for de forskellige landbrugsproduktioner. Brugerfamiliens vederlag er beregnet ud fra oplysninger om familiens arbejdsindsats, der regnskabsmæssigt aflønnes med en standardtimeløn svarende til den overenskomstmæssige løn for ufaglærte arbejdere. Den investerede egenkapital tilskrives en aflønning svarende til en realrente på 4 %, der optræder som en omkostning i afkastkalkulen (se Fødevarerøkonomisk Instituts regnskabsstatistik, serie A). Et beregnet nettoafkast på nul betyder således, at aktiviteten giver en normalaflønning til kapital og arbejdskraft. Et positivt afkast er ensbetydende med en overnormal aflønning, mens et negativt afkast indikerer en undernormal aflønning af produktionsfaktorerne, men altså ikke nødvendigvis et driftsmæssigt underskud. En bedrift med undernormal aflønning af brugerens egen arbejdskraft og egenkapital kan fortsætte, så længe brugeren accepterer den opnåede faktor aflønning – og i øvrigt er i stand til at holde sig solvent.

Ifølge økonomiske rationalitetsantagelser burde en undernormal aflønning af arbejdskraft og kapital dog ikke kunne forekomme over en længere periode, da disse produktionsfaktorer normalt vil kunne overføres til andre sektorer med bedre aflønning. Der er imidlertid en generel tendens til, at regnskabsstatistik og rentabilitetskalkuler for landbrugsproduktion viser undernormal aflønning af produktionsfaktorerne i forskellige dele af landbrugsproduktionen (op. cit.) – uden at det fører til opgivelse af produktionen.

Der kan være flere økonomisk rationelle grunde til, at ejere af bedrifter med en lav aflønning af kapital og arbejdskraft fortsætter med at drive landbrug. Ved beregnin-

gen af kapitalafkastet forudsættes det som nævnt, at brugerfamiliens arbejdsindsats skal aflønnes med overenskomstmæssig timeløn for ufaglærte arbejdere. Det er ikke sikkert, at brugeren i praksis kræver en aflønning på det niveau. Ældre landmænd med begrænsede muligheder på arbejdsmarkedet kan finde det fordelagtigt at fortsætte med at arbejde på egen bedrift, selvom "timelønnen" ligger (væsentligt) under den overenskomstmæssige løn. Hvis den stipulerede aflønning af egen arbejdsindsats er sat højere end brugerens reservationspris (= den marginale disnytte ved det pågældende arbejde), vil det bevirke, at den beregnede forrentningsprocent af (egen)kapitalen undervurderer brugerens opfattelse af kapitalafkastet.

Når lønningsevnen pr. time beregnes, forudsættes det, at egenkapitalen skal aflønnes med en realrente på 4 %. Det er højere end realrenten på dele af kapitalmarkedet, som landbruget i stort omfang benytter. Hvis kapitalaflønningskravet i regnskabskalkulationerne er for højt sat i forhold til brugerens kapitalaflønningskrav, underestimeres lønningsevnen pr. time. Det samme gælder, hvis værdien af kapitalapparatet, og dermed afskrivningerne, er overestimeret. Det gør sig især gældende på mindre bedrifter med ældre driftsbygninger uden alternative anvendelser.

De nævnte forhold betyder, at regnskabsstatistikken og driftsøkonomiske kalkuler i et vist omfang undervurderer rentabiliteten i landbrugsproduktionen. Det er imidlertid vanskeligt at korrigere for de nævnte afvigelser mellem den stipulerede aflønning af kapital og arbejdskraft og brugernes faktisk aflønningskrav. Det skyldes først og fremmest at reservationsprisen for udbuddet af egen arbejdskraft er subjektivt bestemt – ifølge velfærdsøkonomisk teori af den marginale disnytte ved det pågældende arbejde (se fx Freeman, 2003). Som nævnt er det sandsynligt, at mange landmænds disnytte ved arbejde på egen bedrift er væsentligt lavere end ved arbejde uden for bedriften, men der findes ikke tal for størrelsen af denne afvigelse.

4.9. Afledte aktivitetseffekter af landbrugsproduktion

Analysen medtager ikke afledte økonomiske aktivitetseffekter i forbindelse med implementering af virkemidler som fx den reduktion i slagterisektorens beskæftigelse, der vil finde sted ifm. en reduktion af svinebestanden. Analysen følger hermed de principper, der anbefales i Finansministeriets vejledning for samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger (Finansministeriet, 1999). Denne tilgang begrundes med en antagelse om, at der er økonomisk-politiske mekanismer, som styrer det samlede aktivitets- og beskæftigelsesniveau i økonomien (op. cit.). Det betyder, at den frigjorte arbejdskraft i fx slagterisektoren antages at finde beskæftigelse i andre sektorer. Den

danske økonomi har således over flere årtier gennemløbet meget omfattende strukturændringer, hvor flere hundrede tusinde beskæftigede, er flyttet fra landbruget, skibsværts- og tekstilindustrien mv. til andre sektorer. Dette forløb er veldokumenteret, og der er ingen grund til at antage, at økonomien ikke fortsat vil være i stand til at opsuge arbejdskraft, som frigøres fra fx landbruget og dets følgeindustrier. Den nuværende lavkonjunktur vil begrænse tilpasningshastigheden, men på længere sigt må der forventes knaphed på arbejdskraft i Danmark, bl.a. af demografiske årsager. Arbejdsmarkedskommissionen (2008) forventer således, at arbejdsstyrken vil falde de næste ti år, fordi der bliver færre i alderen mellem 20 og 64 år.

5. Omkostningsberegninger for virkemidler

I det følgende gennemgås beregningerne af hhv. den privatøkonomiske rentabilitet og de velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger for tiltagene i undersøgelsen. Der er dog ikke foretaget økonomiberegninger for tiltagene reduceret kvælstoftilførsel til græs og reduceret jordbearbejdning. For reduceret kvælstoftilførsel til græs eksisterer der ikke for nærværende tilstrækkeligt sikre forsøgsdata til egentlige økonomiberegninger. Hvad reduceret jordbearbejdning angår, betyder større dyrkningsusikkerhed og varierende dyrkningsforhold, at det eksisterende datagrundlag ikke skønnes sikkert nok til beregning af omkostningerne ved yderligere implementering af tiltaget.

5.1. Produktion og anvendelse af husdyrgødning

Beregningerne omfatter økonomien i tre tiltag anvendelse/behandling af husdyrgødning, som vil medføre en nedsættelse af drivhusgasudledningerne. Det drejer sig om anvendelse af husdyrgødning til biogas, afbrænding af husdyrgødning samt forsuring af gylle. Det forudsatte implementeringsinstrument for alle tre tiltag er en afgift på ubehandlet husdyrgødning – dvs. husdyrgødning, som hverken anvendes til biogas, afbrændes eller forsures.

5.1.1. Produktion af husdyrgødning

Som det fremgår af tabel 5.1.1, var den samlede gylleproduktion på ca. 32 mio. ton i 2007. Derudover produceres der mindre mængder fast staldgødning, ajle og dybstrøelse. Kvæg og svin producerede i alt ca. 31 mio. ton gylle, hvoraf de ca. 20 mio. ton var svinegylle og de resterende ca. 11 mio. ton kvæggylle. De økonomiske fremskrivninger af udviklingen i husdyrproduktionen i afs. 2.2 indikerer, at produktionen af husdyrgødning vil være nogenlunde konstant frem til 2020. Dvs. at det fysiske potentiale for biogasproduktion m.m. i perioden forventes at være på omtrent samme niveau, som det der fremgår af tabel 5.1.1.

Tabel 5.1.1 Produktion af husdyrgødning i 2007, 1000 ton ab lager

	Fast staldgødning	Ajle	Dybstrøelse	Gylle	I alt
Kvæg	290	313	2.942	10.668	14.212
Svin	97	423	489	20.104	21.113
Fjerkræ	56	0	114	1	171
Pelsdyr	35	0	0	1.288	1.323
Heste	0	0	130	0	130
Får	0	0	27	0	27
I alt	477	736	3.702	32.061	36.976

Kilde: Egne beregninger baseret på Normtal 2008.

5.1.2. Forventede udnyttelsespotentialer for husdyrgødning

Økonomiberegningerne omfatter alene anvendelse af kvæg- og svinegylle til hhv. biogas, afbrænding og forsuring. Det betyder ikke, at det vurderes som irrelevant at gennemføre tiltag for fast gødning og dybstrøelse mv., men at der ikke p.t. er tilstrækkeligt videngrundlag til økonomiberegninger for sådanne tiltag.

De forudsatte udnyttelsespotentialer frem til 2020 for tiltagene biogasproduktion, anvendelse af husdyrgødning til brændsel og forsuring ses i tabel 5.1.2. Som det fremgår af tabellen forventes det, at halvdelen af den samlede gyllemængde vil blive anvendt til biogas frem til 2020, mens 30 % af den samlede svinegyllemængde vil blive afbrændt (anvendt som brændsel), og 10 % af den samlede gyllemængde vil blive forsuret.

Tabel 5.1.2 Forudsatte potentialer for anvendelse af gylle i år 2020, mio. ton

	Svinegylle	Kvæggylle	I alt
Samlet gyllemængde	20,10	10,67	30,77
Biogas (Grøn Vækst = 50 %)	10,05	5,33	15,39
Forsuring af gylle (10 %)	2,01	1,07	3,08
Afbrænding af rå gylle (30 % af svinegyllen)	6,03	-	6,03
Samlet behandlet mængde	18,09 (90 %)	6,40 (60 %)	24,49 (80 %)
Ubehandlet mængde (afgiftsbelagt)	2,01 (10 %)	4,27 (40 %)	6,28 (20 %)

Kilde: Olesen (2009) og Grøn Vækst (2009)

Skønnene for gylleanvendelsespotentialer frem til 2020 bygger på tekniske og landbrugsfaglige ekspertvurderinger foretaget af fagfolk fra DJF (Olesen, 2009). Skønnene kan betragtes som de fysiske potentialer, hvor det er realistisk at anvende økonomiske gennemsnitsberegninger, hvad omkostningerne angår. Der eksisterer ikke økonomiske modeller eller anden kvantificeret viden, som kan underbygge skøn over de marginale omkostningerne ved at udbygge biogasproduktionen og de øvrige tiltag.

I dag udnyttes knap 5 % af husdyrgødningen til biogas. I regeringens oplæg til Grøn Vækst hed det oprindeligt, at op til 40 % af husdyrgødningen i Danmark skulle udnyttes til grøn energi i 2020. Økonomiberegningerne i denne rapport bygger på et skøn om, at det ville være realistisk at opnå en yderligere vækst i biogasproduktionen i perioden 2013-2020 svarende til 10 % af den samlede gyllemængde (Olesen, 2009). I den senere indgåede politiske aftale om Grøn Vækst (af 16. juni 2009) er biogasmålsætningen hævet fra de oprindelige 40 % til 50 % af husdyrgødningen (Grøn Vækst, 2009). Grøn Vækst-aftalen omfatter dermed også det ekstra potentiale, der var udgangspunktet for nærværende beregninger. Økonomiberegningerne for biogas indgår dog fortsat i rapporten, da det antages, at denne information stadig har relevans.

Hvor langt det er realistisk at nå med udbygningen af biogasproduktionen det kommende tiår afhænger bl.a. af institutionelle forhold, herunder muligheden for at opnå miljøgodkendelse af biogasanlæg. Derudover spiller logistiske og geografiske forhold en betydelig rolle. Opnåelse af stordriftsfordele i biogasproduktionen kræver anlæg af betydelig størrelse, som i de fleste tilfælde forudsætter husdyrgødningsleverancer fra større antal bedrifter. Det kræver på den anden side en passende geografisk koncentration af husdyrbedrifter for at holde transportomkostningerne nede på et acceptabelt niveau.

Endvidere er der spørgsmål omkring afsætning af biogassen. Indtil der evt. bliver mulighed for at distribuere biogas via naturgasnettet, vil afsætning skulle ske til lokale kraftvarmeværker. En hurtig udbygning af biogasproduktionen vil evt. kunne støde på afsætningsmæssige barrierer i områder med stor husdyrproduktion og et begrænset befolkningsgrundlag til anvendelse af biogassen.⁶ Ifølge Energistyrelsen er opgradering af biogas til naturgasniveau for omkostningskrævende. Derimod ses nedgradering, hvor biogas blandes med luft, som en økonomisk realistisk mulighed (Energistyrelsen, 2009e). En tilsvarende naturgas/luft-blanding anvendes til forsyning af enkelte byområder under navnet Bygas2 (op. cit.). Naturgas Midt-Nord, Energinet.dk, DGC og Energistyrelsen har besluttet at igangsætte en fælles afklaringsproces af de faglige spørgsmål, som knytter sig til indpasning af biogas i energiforsyningen (op. cit.). Indpasning af biogas i energiforsyningen vil bidrage til at sikre afsætningsmuligheder til priser, der følger prisudviklingen for naturgas.

⁶ Afsætningsmæssige barrierer referer ikke alene til manglende afsætningsmuligheder, men også markedsmagt hos aftagerne i form af monopsonistiske eller oligopsonistiske forhold.

Stigende miljøkrav til reduktion af landbrugets ammoniakfordampning vil give anledning til etablering af gylleforsuring. Det vil formentlig især ske som følge af teknologikrav (BAT) ved bygning af nye stalde. Det antages her, at der i 2020 vil være etableret forsursingsanlæg for 10 % af gyllemængden (Olesen, 2009).

Det tredje tiltag omfatter anvendelse af fiberindholdet i hhv. bioafgasset gylle og rå/ubehandlet svinegylle som brændsel i varmeproduktion. Det forudsættes, at 30 % af den afgassede gyllemængde og 30 % af svinegyllen vil blive afbrændt frem til 2020 (Olesen, 2009). Et væsentligt incitament til afbrænding af husdyrgødning er muligheden for at bortskaffe overskydende næringsstoffer og på den måde reducere kravet til udbringningsarealer for husdyrgødning.

5.1.3. Teknologiforudsætninger og tidssti for indfasning af tiltag

Den forudsatte biogasteknologi bygger på, at en større del (knap 59 %) af den anvendte gyllemængde separeres på landbrugsbedrifterne, hvorefter alene fiberfraktionen transporteres til biogasanlægget (Fødevareministeriet, 2008).⁷ Det betyder, at biogasanlægget (kun) behandler 0,48 ton biomasse pr. ton bagvedliggende gylle (i det følgende refererer ”gylle” til den bagvedliggende gyllemængde). Det større tørstofindhold giver højere gasproduktion pr. ton biomasse, der passerer anlægget, og lavere transportomkostninger.

Ved investering i anlæg, der er i stand til at behandle 550 ton biomasse pr. dag, er den omfattede gyllemængde 1.146 ton pr. dag eller 0,42 mio. ton gylle årligt. Ved behandling af 10 % af den samlede producerede gyllemængde (3,1 mio. ton gylle årligt), kræver det opførelse af 8 anlæg. Som det fremgår af tabel 5.1.3, forudsættes det, at der opstartes et nyt anlæg årligt i perioden 2013-20. Fuldt implementeret i 2020 svarer det til en kapacitet på 3,3 mio. ton gylle pr. år – dvs. lidt mere end de 10 % af gyllemængden, der forudsættes omfattet af tiltaget.

⁷ Den forudsatte produktionsteknologi ligger på linje med Morsø Bioenergis nystartede biogasanlæg, der alene anvender husdyrgødning i form af ubehandlet kvæg- og svinegylle samt fiberfraktion separeret på gårdene (Bovbjerg, udateret).

Tabel 5.1.3 Tidssti for beregningsscenariet implementering af biogasanlæg til behandling af 10 % af den samlede gyllemængde

	Antal biogasanlæg	Samlet behandlingskapacitet, mio. ton bagvedliggende gylle pr. år
2013	1	0,418
2014	2	0,836
2015	3	1,254
2016	4	1,672
2017	5	2,09
2018	6	2,508
2019	7	2,926
2020	8	3,344
Akkumuleret år 2013-2020	8	15,048

Kilde: Egne beregninger

Tiltaget afbrænding af afgasset gylle samt ubehandlet svinegylle indfases med samme hastighed som biogasanlæggene opføres, da en del af materialet til afbrænding kommer herfra. Også forsuringskapaciteten antages indfaset ligeligt fordelt over årene i perioden 2013-20.

I tabel 5.1.4 ses en oversigt over anvendelsen af den samlede gyllemængde fra 2013 til 2020 – og dermed også over den ubehandlede gyllemængde i hvert af årene. Det skal bemærkes, at indfasning af biogaskapaciteten for de 50 % af gyllemængden, der er målsætningen i Grøn Vækst, her forudsættes implementeret i samme takt som for de 10 %, der indgår i nærværende beregninger. I 2020 svarer mængderne i tabel 5.1.4. til fordelingen i tabel 5.1.2. Det antages i de efterfølgende beregninger, at fordelingen i tabel 5.1.4 opretholdes frem til 2038.

Tabel 5.1.4 Tidssti for implementering af samtlige gyllebehandlingstiltag, mio. ton gylle pr. år

	Biogas 50 % af gyllemængden	Forsuring	Afbrænding	Samlet	Ikke behandlet
2013	5,00	0,39	0,75	6,14	24,63
2014	6,92	0,77	1,51	9,21	21,57
2015	8,85	1,16	2,26	12,27	18,50
2016	10,77	1,55	3,02	15,34	15,44
2017	12,69	1,94	3,77	18,40	12,37
2018	14,62	2,32	4,52	21,46	9,31
2019	15,00	2,71	5,28	22,99	7,78
2020	15,39	3,08	6,03	24,49	6,28

Kilde: Egne beregninger

5.1.4. Implementeringsinstrument: afgift på ikke-behandlet gylle

Implementeringsinstrumentet for de tre tiltag forudsættes som nævnt at være en afgift på gylle, der ikke er omfattet af nogen af tiltagene. Beregningsgrundlaget for afgiften er den reduktion i metan- og lattergasemissionerne, der kan opnås ved bioafgasning af gylle. Bioafgasning reducerer udledningen af metan- og lattergas med 31,7 kg CO₂-ækv./ton gylle (Olesen, 2009). Til sammenligning er reduktionspotentialet ved forsuring 13,7 kg CO₂-ækv./ton svinegylle og 18,1 kg CO₂-ækv./ton kvæggylle (op. cit.). Ved afbrænding af rå svinegylle er reduktionspotentialet for metan- og lattergas med 26,0 kg CO₂-ækv./ton gylle.

Der er således ret betydelig forskel på de enkelte tiltags reduktionseffekt, og der vil muligvis være behov for en bredere anvendelse af afgiften, såfremt det besluttes at benytte dette implementeringsinstrument. For overskuelighedens skyld forudsættes det i nærværende beregninger, at kun ubehandlet gylle afgiftsbelægges.

Som nævnt forudsættes det, at de tre tiltag tilsammen vil omfatte 80 % af gyllemængden i 2020. Da det ikke er muligt at opstille skøn over de marginale omkostninger ved implementering af de forskellige tiltag, er det heller ikke muligt at give et eksakt bud på, hvor høj afgiften skal være for at give de nødvendige incitamenter implementering af tiltagene i det forudsatte omfang. Det antages det skønsmæssigt, at en afgiftssats på 400 kr./ton CO₂-ækv. vil give de fornødne incitamenter til implementering af det forudsatte behandlingsomfang. Det svarer til en afgift på 12,68 kr./ton ubehandlet gylle.

Økonomiberegningerne for biogas i afs. 5.2 tyder på, at biogasproduktion på lidt længere sigt vil kunne hvile i sig selv – med den nuværende støtte til elproduktion baseret på biogas. Selvom det ikke er muligt at beregne udviklingen i de marginale omkostninger ifm. forøgelse af biogaskapaciteten – og beregningerne i det hele taget er forbundet med usikkerhed – så er det næppe urealistisk at antage, at afgiften vil kunne give et væsentligt incitament til implementering af den forudsatte biogaskapacitet. De driftsøkonomiske beregninger i afs. 5.3 og 5.4 viser derimod, at anvendelse af fiberfraktionen i gylle til brændsel er forbundet med nettoomkostning ved den nuværende teknologi. Det samme gælder for forsuring af gylle. Forsuring af gylle skal dog primært ses som et miljøpolitisk middel til reduktion af ammoniakforureningen fra husdyrproduktion – og en forudsætning for at få lov til at udvide produktionen. Implementering af dette tiltag vil sandsynligvis ske uafhængigt af drivhusgaspolitikken. Hvad afbrænding af fiberfraktionen i gylle angår, kan dette tiltag vise sig at blive økonomisk mere fordelagtig, såfremt nye teknologier (termiske fiberforgasningsan-

læg), der er under afprøvning, skulle vise sig væsentlig mere omkostningseffektive (Stoholm, 2009, Energistyrelsen, 2009e). Ellers er det formentlig reducerede krav til harmoniarealer, som vil udgøre det væsentligste incitament til afbrænding af husdyrgødning.

Udbygning af gyllebehandlingskapaciteten er tidkrævende, og det forudsættes derfor, at afgiften indføres gradvis. Tidsstien for indfasning af afgiften fremgår af tabel 5.1.5. I begyndelsesåret 2013 er den forudsatte afgiftssats 50 kr./ton CO₂-ækv. (svarende til 1,59 kr./ton gylle), hvorefter den stiger med 50 kr. om året indtil de 400 kr./ton CO₂-ækv. (=12,68 kr./ton ubehandlet gylle) er nået i år 2020.

Tabel 5.1.5 viser endvidere administrationsomkostningerne for SKAT og Plantedirektoratet ved afgiftsordningen, der efter afholdelse af initialomkostninger forventes at udgøre omkring 5,4 mio. kr. på årsbasis. Dette estimat omfatter omkostninger til administration af afgiften på ubehandlet gylle, tilpasning af den fysiske kontrol med ordningen samt behandling af klagesager (Fødevareministeriet, 2009). Afgiftsinstrumentet omfatter den samlede gylleproduktion inkl. de 50 % af husdyrgødningen, der er dækket af Grøn Vækst-aftalen. Derfor er der ikke umiddelbart noget økonomisk grundlag for at fordele administrationsomkostningerne på de tre husdyrgødningstiltag biogas, afbrænding og forsuring. Men for at følge de generelle principper for præsentation af omkostningerne ved de enkelte tiltag er der foretaget en forholdsmæssig fordeling af de samlede administrationsomkostninger på de tre nævnte tiltag, så de kan inddrages i skyggeprisberegningerne for disse tiltag (i tabellerne 5.2.7, 5.3.9 og 5.4.8).

Tabel 5.1.5 Implementering af afgift på ubehandlet gylle samt administrative omkostninger ved afgiftsordningen

	Kr./ton CO ₂ -ækv.	Afgiftssats Kr./ton gylle	Ubehandlet gyllemængde mio. ton/år	Afgiftsprovenu mio. kr./år	Administrations- omkostninger mio. kr./år
2013	50	1,59	24,63	39,04	9,1
2014	100	3,17	21,57	68,36	5,4
2015	150	4,76	18,50	87,97	5,4
2016	200	6,34	15,44	97,87	5,4
2017	250	7,93	12,37	98,05	5,4
2018	300	9,51	9,31	88,51	5,4
2019	350	11,10	7,78	86,34	5,4
2020	400	12,68	6,28	79,60	5,4

Kilde: Egne beregninger samt Fødevareministeriet 2009

5.1.5. Udbudseffekt af afgift

Pålægges ubehandlet gylle en afgift, vil det forringe rentabiliteten for de berørte husdyrproducenter. For de øvrige husdyrproducenter vil behandling af gylle medføre en omkostningsforøgelse, medmindre udnyttelsen kan hvile i sig selv økonomisk. Den forringede rentabilitet må alt andet lige forventes at føre til reduceret husdyrproduktion. Udbudseffekterne i form af en nedgang i kvæg- og svinebestanden er beregnet ved anvendelse af AGMEMOD modellen. Den centrale mekanisme i modelberegningerne er at justere udviklingen i de relevante omkostningsindeks, så de indeholder effekten af afgiften og nettoomkostningerne ved behandling af gylle.

Det er i beregningerne forudsat, at 20 % af gyllemængden vil være ubehandlet i 2020 og derfor afgiftsbelagt i fuldt omfang. Dertil kommer nettoomkostningerne ved behandling af gylle, medmindre udnyttelsen kan hvile i sig selv økonomisk. Som allerede nævnt tyder økonomiberegningerne i afs. 5.2 på, at det vil være tilfældet for biogas inden for det forudsatte potentiale på 50 % af gyllemængden, mens der med de nuværende teknologier vil være (væsentlige) nettoomkostninger ved afbrænding og forsuring. Da afbrænding og forsuring af gylle som tidligere nævnt kan være begrundet i miljøbeskyttelseskrav og reducerede krav til harmoniarealer, er det vanskeligt at fastslå, hvor stor en del af nettoomkostningerne, der bør tilskrives drivhusgasreduktionen.

Her antages det skønsmæssigt, at der for 20 % af gyllemængden vil være nettoomkostninger ved behandling af gyllen, som svarer til afgiftssatsen på ubehandlet gylle – dvs. knap 13 kr. pr. ton gylle i 2020. Dvs. at i alt 40 % af den samlede gyllemængde forudsættes belastet med meromkostninger af denne størrelsesorden i 2020 som følge af de tre gyllebehandlingstiltag og det tilknyttede implementeringsinstrument. Der er tale om en forholdsvis beskeden forøgelse af de samlede omkostninger i husdyrproduktionen.

Tabel 5.1.6 viser de beregnede udbudseffekter i hhv. kvæg- og svineproduktionen af de forudsatte omkostningsforøgelser. Konsekvenserne af omkostningsforøgelsen er beregnet i forhold til grundfremskrivningerne af kvæg- og svineproduktionen i afs. 2.2. Som det fremgår at tabel 5.1.6 giver afgiften meget beskeden fald i husdyrproduktionen, nærmere betegnet 0,2 % fald i malkekobestanden og et ubetydeligt fald i svineproduktionen. Ændringer i denne størrelsesorden ligger inden for den usikkerhedsmargin, som analysen må forvent at operere med. Derfor er der ikke grund til at indregne disse effekter i det samlede reduktionspotentiale ved implementering af biogastiltaget.

Tabel 5.1.6 Udbudseffekter af husdyrgødningsafgift på 400 kr./ton CO₂-ækv.

	Pct. ændring		
	2013	2017	2020
Kvæg i alt, ult.	-0.01	-0.03	-0.03
Malkekøer, ult.	-0.19	-0.20	-0.20
Mælkeproduktion	-0.26	-0.26	-0.26
Oksekødproduktion	-0.15	-0.36	-0.38
Svin i alt, ult.	0.00	-0.01	-0.01
Svinekødproduktion	0.00	-0.01	-0.01

Kilde: AGMEMOD beregninger

5.2. Husdyrgødning til biogas

5.2.1. Biogasteknologien i beregningerne

Den hidtidige biogasproduktion har for en stor del været baseret på iblanding af organisk industriaffald, for at gøre driften rentabel. I fremtiden vil det nødvendige ekstrabidrag til gasproduktionen primært skulle fremskaffes i form af tørstofrige fraktioner af husdyrgødning. De driftsøkonomiske analyser for biogasproduktion er baseret på anlæg, hvor der foruden blandet svine- og kvæggylle tilføres fiberfraktion fra gylle, der er separeret på gårdene. Ved separering af en del af gyllen øges tørstofindholdet i den biomasse, der sendes til afgangning, hvilket igen hæver gasudbyttet pr. m³ biomasse – og dermed forbedrer økonomien i biogasproduktionen. Det forudsættes, at knap 59 % af den omfattede gyllemængde separeres på bedrifterne. Den forudsatte separationsteknologi (båndfilterseparator) er velafprøvet (Fødevareministeriet, 2008).

I tabel 5.2.1 ses de anvendte forudsætninger mht. gasudbytte i form af metan (til energiproduktion) ved bioafgasning af gylle (Fødevareministeriet, 2008). For svine- og kvæggylle plus fiberfraktion forudsættes input af biomasse at stamme fra kvæggylle (24,3 % af total gyllemængde), svinegylle (16,6 %) og separeret svinegylle (59,0 %). Ved anvendelse af standardværdier for biogaspotentiale fås en metanproduktion på 10,5 Nm³ pr. ton gylle, der indgår i scenariet – dvs. både den mængde, der sendes direkte til biogasanlægget og de 59 %, der separeres (op. cit.). Dette svarer til en metanproduktion på 21,8 Nm³/ton behandlet biomasse. Det forudsættes, at 15 % af energiproduktionen forbruges til procesenergi når der er tale om kombinationen ren gylle plus fiberfraktion (op. cit.). Samlet giver dette anledning til en nettometanproduktion på 8,93 Nm³/ton bagvedliggende gylle.

Det vurderes, at markedsprisen ved salg til et kraftvarmeværk vil være knap 4 kr. pr. Nm³ metan – svarende til 2,55 kr./Nm³ biogas eller knap 100 kr./GJ.⁸ Prisestimatet bygger på Fødevareministeriet (2008) fremskrevet til 2009 ved anvendelse af den forudsatte udvikling i naturgasprisen i Energistyrelsen (2009b).

Tabel 5.2.1 Tekniske og prismæssige forudsætninger for biogasberegninger

	Svine- og kvæggylle + fiberfraktion
Metanproduktion pr. ton omfattet gylle i alt, Nm ³ CH ₄ /ton gylle	10,5
Metanproduktion pr. ton biomasse behandlet i anlægget, Nm ³ CH ₄ /ton gylle	21,8
Fradrag for procesenergi	15 %
Metan netto til salg, Nm ³ CH ₄ /ton gylle	8,93
Salgspris (budgetøkonomisk) for metan, kr./m ³ metan, 2009-pris	3,92
Salgspris (budgetøkonomisk) for metan, kr./GJ, 2009-pris	97,9

Kilde: Fødevareministeriet (2008) og Energistyrelsen (2009b)

5.2.2. Miljøeffekter ved bioafgasning af husdyrgødning

Ud over energiproduktion giver bioafgasning af gylle anledning til reduceret udledning af drivhusgasserne metan og lattergas til atmosfæren, reduceret kvælstofudvaskning til vandmiljøet og reduktion af lugtgenerne i forbindelse med udbringning af gyllen. Som tidligere nævnt omfatter scenariet i nærværende beregninger 10 % af gyllemængden. Miljøeffekterne af bioafgasning af denne husdyrgødningsmængde fremgår af tabel 5.2.2. Opgørelserne er foretaget under nedenstående antagelser.

Ved behandling af gylle i biogasanlæg forgæres organisk stof til metan. Det producerede metan anvendes for det meste til kraftvarmeproduktion. Ved forgæringen reduceres gødningens indhold af omsætteligt kulstof og dermed potentialet for metanproduktion og –udledning til atmosfæren under lagring. Det mindre indhold af letomsætteligt organisk stof vil desuden reducere lattergasemissionen i marken efter udbringning (Fødevareministeriet, 2008). For biogasbehandlingens effekt på kulstoflagring i jorden antages det, at den kulstofmængde, der afgasses i biogasanlægget, ville have bidraget til kulstoflagring i jorden i samme grad som tilførsel af kulstof i frisk plante-

⁸ Energistyrelsen har beregnet, at biogas typisk vil have en værdi svarende til 4,4 kr./m³ metan (120-125 kr./GJ) for et kraftvarmeværk, når værdien af substitueret naturgas og div. afgiftsfritagelser er indregnet (Energistyrelsen, 2009e). Når biogas sælges til et kraftvarmeværk, vil det dog typisk indgå i kontrakten, at kraftvarmeværket får del i den økonomiske gevinst ved at erstatte naturgas med biogas i form af en lavere pris en udnyttelsesværdien (op. cit.).

materiale og halm. Dvs. at 15 % af kulstoffet antages lagret i jorden efter en 20-års periode (Fødevarerministeriet, 2008).

Bioafgasning af gylle medfører en større tilgængelighed af kvælstoffet i gødningen og dermed en højere N-udnyttelse og en mindre N-udvaskning. Effekten på N-udvaskningen er vurderet til en reduktion på 2 % af total-N i gyllen (Fødevarerministeriet, 2008). Dette har også en lille effekt på drivhusgasemissionerne. Disse effekter forudsætter, at gødskningen tilpasses den øgede udnyttelighed af gyllen efter bioafgasning. Bioafgasning øger gyllens pH og dermed risikoen for ammoniakfordampning efter udbringning. Samtidigt øges dog også gyllens viskositet, således at gyllen lettere trænger ned i jorden. Nettoeffekten er derfor oftest neutral i forhold til ammoniakfordampningen (Fødevarerministeriet, 2008).

Biogasanlæg kan spille en rolle for begrænsning af lugtemission ved håndtering af husdyrgødning, idet afgangning reducerer gyllens indhold af ildelugtende organiske komponenter. Indholdet af de lugtende, fede syrer (VFA) i afgasset gylle er ca. 50 % af indholdet i ubehandlet gylle (Fødevarerministeriet, 2008). Tilsvarende er det vist, at lugtgenerne fra nyligt udbragt, afgasset gylle var ca. 25 % af niveauet for ubehandlet gylle (op. cit.).

Tabel 5.2.2 Konsekvensskema for biogasproduktion af 10 % af gyllemængden, 2013-2020

	Enhed	Tidspunkt	Effekt
Gylleproduktion, Danmark	Mio. ton gylle	Årligt	30,77
Potentiale (10 % af gyllemængde)	Mio. ton gylle	Årligt	3,077
Potentiale pr. anlæg (a' 550 ton behandlet biomasse pr. dag)	Mio. ton gylle	Årligt pr. anlæg	0,385
Antal anlæg	Stk.	Startår (2013)	1
Antal anlæg*	Stk.	Slutår (2020)	8
Gyllemængde omfattet	Ton gylle pr. år	Slutår (2020)	3,077
Reduktion af metanudslip	Ton CO ₂ -ækv./ton gylle	Årligt	0,003
Reduktion af lattergasudslip	Ton CO ₂ -ækv./ton gylle	Årligt	0,016
Kulstoflagring i jord	Ton CO ₂ -ækv./ton gylle	Årligt	-0,004
Reduktion i alt med kulstoflagring i jord	Ton CO ₂ -ækv./ton gylle	Årligt	0,015
Reduktion i alt uden kulstoflagring i jord	Ton CO ₂ -ækv./ton gylle	Årligt	0,019
Reduktion af N-udvaskning	Kg N/ton gylle	Årligt	0,110

Kilde: Egne beregninger samt Olesen (2009)

* Antallet af anlæg, der skal etableres for at behandle den viste gyllemængde, er rundet op fra 7,4 til 8.

5.2.3. Driftsøkonomien i produktion af biogas til kraftvarme

Rentabilitetsberegningerne tager udgangspunkt i analyserne i Fødevarerministeriet (2008). Beregningerne er foretaget for det, der i dag kan betegnes som et mellemstort

anlæg med en kapacitet på 550 ton biomasse pr. dag.⁹ Det mellemstore anlæg er valgt som beregningsmodel, idet denne størrelse vil gøre det lettere at lokalisere biogasanlæg med et tilstrækkeligt råvaregrundlag inden for en realistisk transportafstand – et forhold der må antages at få stigende betydning i takt med, at biogaskapaciteten udbygges til de i Grøn Vækst forudsatte 50 % af husdyrgødningsmængden.

Biogasanlæggene til behandling af dette scenariums 10 % af gyllemængden indføres i perioden 2013 til 2020 med et anlæg årligt svarende til i alt 8 anlæg i perioden. Udbygningen af kapaciteten slutter i 2020, men beregningsperioden løber frem 2039, da anlæggene antages at have en levetid på 20 år. I sidste del af beregningsperioden vil der således ske en udfasning af kapaciteten, og i år 2039 vil alle anlæg være afskrevet/udgået af produktion.

Tabel 5.2.3 viser tidsstien for indfasning og udfasning af kapacitet samt omkostninger og indtægter i hele beregningsperioden 2013-39. Nutidsværdierne i 2009 er beregnet med en diskonteringsrate på 5 % (Energistyrelsen, 2009a). Den samlede nutidsværdi af kapitalomkostningerne til 8 anlæg med en levetid på 20 år er 462,5 mio. kr. Det svarer til kapitalomkostninger på 16,46 kr./ton gylle. Ud over opførelse af anlæg vil der løbende skulle foretages reinvesteringer, hvilket i perioden 2013-2039 vil beløbe sig til i gennemsnit 2,54 kr./ton gylle årligt. Herudover optræder der omkostninger til drift og vedligeholdelse samt transport på 21,11 kr./ton gylle årligt.

De driftsøkonomiske indtægter omfatter salg af biogas og samt øget gødningsværdi af husdyrgødningen. Det antages, at realprisen på biogas vil stige med samme beløb pr. GJ som forventet for realprisen på naturgas i perioden 2013-38 (Energistyrelsen, 2009b). Realprisen på naturgas forventes at udvise en jævn stigning fra 65,2 til 72,2 kr./GJ i 2020 ab leverandør – dvs. en stigning på 7 kr./GJ fra 2013-2020 og en yderligere stigning på 8,7 kr./GJ frem til 2039 (op. cit.). Prisen var til sammenligning 47,1 kr./GJ i 2008. Den diskonterede gennemsnitsværdi af den producerede biogas bliver 49,73 kr./ton gylle, hvilket er væsentligt højere end i Landbrug og Klima, hvor salgsværdien af biogassen var opgjort til 24,3 kr./ton gylle i 2008-priser (Fødevareministeriet, 2008). Dertil kommer en forbedret gødningsværdi på 10,43 kr./ton gylle.

⁹ Beregninger i Fødevareministeriet (2008) viser, at stordriftsfordelene ved at gå fra en kapacitet på 550 til 800 ton biomasse pr. dag er forholdsvis beskedne (enhedsomkostningerne reduceres med ca. 7 %).

Som det fremgår af tabel 5.2.3 viser beregningerne en kapitaliserede nettogevinst på 563 mio. kr. for hele perioden 2013-39. Det svarer til et driftsøkonomisk overskud ved produktionen af biogas på 20,05 kr. pr. ton gylle inkl. den forbedrede gødningsværdi af gyllen. Til sammenligning viste beregningerne i Landbrug og Klima et overskud på omkring 12 kr. pr. ton gylle inkl. forbedret gødningsværdi (Fødevareministeriet, 2008). Disse beregninger var i 2008-priser. Det øgede overskud i nærværende beregninger skal ses på baggrund af de forudsatte prisstigninger på naturgas og dermed biogas i perioden 2013-39. Med 2008-priser på biogas ville scenariet vise et driftsøkonomisk overskud på ca. 10 kr. pr. ton gylle.

Tabel 5.2.3 Budgetøkonomisk opgørelse af driftsøkonomien i biogasproduktion fra 10 % af gyllemængden, mio. kr.

	Antal anlæg	Omkostninger			Indtægter		Netto-omkostning
		Investeringer i anlæg og transportudstyr	Reinvestering i anlæg og transportudstyr	Drift og transport	Salg af biogas	Øget gødningsværdi	
2013	1	82,8	-	8	18	4	69
2014	2	82,8	0,1	16	35	8	56
2015	3	82,8	0,1	24	53	12	42
2016	4	82,8	0,4	32	71	16	28
2017	5	82,8	0,4	40	90	20	13
2018	6	82,8	3,9	48	109	24	2
2019	7	82,8	3,9	56	129	28	-13
2020	8	82,8	4,7	64	148	32	-28
2021	8		4,7	64	149	32	-112
2022	8		5,0	64	150	32	-113
2023	8		11,3	64	151	32	-107
2024	8		15,1	64	152	32	-105
2025	8		15,1	64	153	32	-106
2026	8		12,2	64	154	32	-109
2027	8		12,2	64	155	32	-110
2028	8		15,2	64	156	32	-108
2029	8		15,2	64	157	32	-109
2030	8		15,4	64	158	32	-110
2031	8		9,1	64	158	32	-116
2032	8		5,5	64	158	32	-120
2033	7		5,5	56	138	28	-104
2034	6		4,8	48	118	24	-89
2035	5		4,8	40	99	20	-74
2036	4		0,9	32	79	16	-62
2037	3		0,9	24	59	12	-46
2038	2		0,4	16	39	8	-31
2039	1		0,4	8	20	4	-15
NPV (2009-2039)		462,5	71,5	593	1.397	293	-563
NPV/ton gylle ¹		16,46	2,54	21	50	10	-20

1. Den samlede behandlede gyllemængde i perioden 2013-2039 er 61,15 mio. ton. Diskonteret til 2009 svarer det til 28,10 mio. ton gylle for perioden.

Kilde: Egne beregninger

Omkostningerne ved separering af gylle på gårdene svarer til godt 10 kr. i gennemsnit pr. ton gylle., der er omfattet af scenariet (Fødevareministeriet, 2008). Disse omkostninger indgår ikke i rentabilitetsberegningerne for biogasproduktionen, da der knytter sig en række driftsøkonomiske fordele til separering af gylle på bedrifterne. Det drejer sig primært om mulighed for at dække en væsentlig større del af bedriftens kvælstofbehov med egen husdyrgødning, og det forhold at kravet til størrelsen af harmoniareal pr. dyreenhed (til udbringning af husdyrgødning) kan reduceres ved ”eksport” af fiberfraktionen i gyllen (op. cit.). Separationsfordelene vil således kunne dække en større eller mindre del af separationsomkostningerne for de 59 % af den omfattede gyllemængde, der forudsættes separeret. Hvor meget disse fordele er værd i kroner og øre, har ikke kunnet opgøres, men fordelene vil være størst på bedrifter i husdyrtætte områder med harmoniproblemer.

Med den forudsatte prisudvikling på biogas er der beregnet et driftsøkonomisk overskud på 20,05 kr. pr. ton gylle, såfremt separeringsomkostningerne kan dækkes af de fordele, bedrifterne opnår derved. Produktion af biogas på basis af husdyrgødning skulle således kunne hvile i sig selv og på lidt længere sigt give et overskud. Beregningerne er naturligvis forbundet med usikkerhed, og det gælder ikke mindst forudsætningen om stigende biogaspriser. Nogen større risikomargen levner beregningsresultaterne imidlertid ikke plads til. Det er derfor sandsynligt, at den forudsatte stigning i bioafgasningsomfanget til halvdelen af gyllemængden vil kræve yderligere økonomiske incitamenter. Det kan være i form af en afgift på ikke-bioafgasset gylle – som forudsat i nærværende beregninger – eller (yderligere) tilskud til biogasproduktion.

5.2.4. Velfærdsøkonomiske CO₂-reduktionsomkostninger ved bioafgasning af husdyrgødning

De velfærdsøkonomiske omkostninger i tabel 5.2.4 omfatter investeringer og reinvesteringer samt transport og drift svarende til posterne i tabel 5.2.3 forøget med nettoafgiftsfaktoren. Endvidere indgår en forholdsmæssig andel af omkostningerne ved administration af afgiften på ubehandlet gylle som omtalt i afs. 5.1.4 – også forøget med nettoafgiftsfaktoren. Anvendelse af husdyrgødning til biogasproduktion støttes gennem en forhøjet afregningspris på elektricitet produceret på basis af biogas i kraftvarmesektoren. Dette tilskudelement holdes uden for de samfundsøkonomiske beregninger. I stedet opgøres den samfundsmæssige værdi af biogassen som den samfundsmæssige værdi af den mængde naturgas, der fortrænges opgjort an kraftvarmeverk. Dertil kommer husdyrgødningens øgede gødningsværdi. Endvidere indgår den

samfundsmæssige værdi af sideeffekter i form af de fortrængte CO₂-kvoter samt reduceret kvælstofudvaskning, hvor fortrængte CO₂-kvoter tegner sig for tre fjerdele af den samlede værdi af sideeffekterne.

Tabel 5.2.4 Velfærdsøkonomisk omkostning. Biogasproduktion fra 10 % af gyllemængden, mio. kr.

	Antal an-læg	An-lægs- inv. mv.	Omkostninger			Indtægter Øget gødn. værdi	Subst. natur- gas	Sideeffekter			Drivhusgasreduktion, 1000 ton CO ₂ -ækv.	
			Re- inv.	Drift og transp	Adm omk.			N- reduk.	CO ₂ - reduk.	Netto- omk.	Uden kulstof- lagring	Med kulstof- lagring
2013	1	112	-	12	7,4	5	10	1	4	109	7	6
2014	2	112	0,1	22	4,6	11	21	2,6	8	96	15	11
2015	3	112	0,1	33	4,6	16	31	3,9	13	86	22	17
2016	4	112	0,5	43	4,6	21	42	5,3	17	75	29	22
2017	5	112	0,5	54	4,6	27	53	6,6	21	63	37	28
2018	6	112	5,3	65	4,6	32	65	7,9	25	56	44	34
2019	7	112	5,3	76	4,6	38	77	9,2	29	44	51	39
2020	8	112	6,4	87	4,6	43	90	10,5	34	33	58	45
2021	8	-	6,4	87	4,6	43	91	10,5	34	-80	58	45
2022	8	-	6,7	87	4,6	43	92	10,5	34	-81	58	45
2023	8	-	15,2	87	4,6	43	93	10,5	34	-74	58	45
2024	8	-	20,3	87	4,6	43	94	10,5	34	-69	58	45
2025	8	-	20,3	87	4,6	43	95	10,5	34	-71	58	45
2026	8	-	16,5	87	4,6	43	96	10,5	34	-75	58	45
2027	8	-	16,5	87	4,6	43	97	10,5	34	-76	58	45
2028	8	-	20,6	87	4,6	43	98	10,5	34	-73	58	45
2029	8	-	20,6	87	4,6	43	99	10,5	34	-74	58	45
2030	8	-	20,8	87	4,6	43	100	10,5	34	-75	58	45
2031	8	-	12,3	87	4,6	43	100	10,5	34	-84	58	45
2032	8	-	7,4	87	4,6	43	100,2	10,5	34	-89	58	45
2033	7	-	7,4	76	4,6	38	88	9,2	29	-76	51	39
2034	6	-	6,5	65	4,6	32	75	7,9	25	-64	44	34
2035	5	-	6,5	54	4,6	27	63	6,6	21	-52	37	28
2036	4	-	1,3	43	4,6	21	50	5,3	17	-45	29	22
2037	3	-	1,3	33	4,6	16	38	3,9	13	-32	22	17
2038	2	-	0,6	22	4,6	11	25	2,6	8	-20	15	11
2039	1	-	0,6	11	4,6	5	13	1,3	4	-7	7	6
NPV												
2009-38		624	97	801	64	396	860	97	311	-79	534	410
NPV pr. ton gylle		22	3,4	29	2,3	14	30	3,5	11,1	-2,8		
NPV Skyggepris med værdi af sidegevinster, kr./ton CO ₂ -ækv.											-137	-179
NPV Skyggepris uden værdi af sidegevinster, kr./ton CO ₂ -ækv.											619	806

Kilde: Egne beregninger

Som det fremgår af tabel 5.2.4, er det forbundet med negative samfundsmæssige omkostninger at reducere drivhusgasudledningerne ved bioafgasning af husdyrgødning, når værdien af sideeffekter medtages. Her viser beregningerne samfundsmæssige reduktionsgevinster på 137 kr./ton CO₂-ækv. eksklusive kulstoflagring i jorden. Tages der hensyn til reduktion af jordens kulstofindhold, stiger reduktionsgevinsterne til 179

kr./ton CO₂-ækv. (pga. mindre nævner). Disse resultater er væsentligt gunstigere end de tidligere beregnede reduktionsomkostninger ved biogas i rapporten Landbrug og Klima (Fødevarerministeriet, 2008). Her varierede de beregnede reduktionsomkostninger ved biogasproduktion fra ca. 100 til 150 kr. ton CO₂-ækv. De vigtigste årsager til de ændrede resultater i nærværende beregninger er forudsætningen om en væsentlig stigning i realprisen på naturgas samt medtagelse af værdien af fortrængte CO₂-kvoter som samfundsmæssig benefit.

Som nævnt spiller sideeffekterne en væsentlig rolle for størrelsen af de beregnede reduktionsomkostninger. Uden værdien af sideeffekter er de beregnede samfundsmæssige reduktionsomkostninger 619 kr. ton CO₂-ækv. uden kulstoflagring og 806 kr. med kulstoflagring.

5.2.5. Drivhusgasreduktion og bidrag til VE

Som det fremgår af tabel 5.2.5, skyldes ca. halvdelen af den samlede drivhusgasreduktion ved bioafgasning af husdyrgødning metan- og lattergasreduktioner. Endvidere spiller reduceret kulstoflagring i jorden en (mindre) rolle ifm. bioafgasning af husdyrgødning. Reduktion af metan- og lattergasudledninger samt ændringer i jordens kulstofbeholdning indgår i det ikke-kvoteomfattede områdes drivhusgasbalance. Tabellen viser, at bioafgasning af 10 % af gyllemængden vil medføre en reduktion inden for det ikke-kvoteomfattede område på ca. 45 ton CO₂-ækv. i 2020, hvis ændringer i jordens kulstofbeholdning medregnes. Det svarer til et gennemsnit for perioden 2013-2020 på 25 ton CO₂-ækv./år. Reduktionsomfanget vil blive opretholdt på 2020-niveau i perioden 2020-2032, hvorefter en udfasning af anlæggene vil reducere potentialet frem til slutåret 2039.

Tabel 5.2.5 Drivhusgasreduktioner ved biogasproduktion fra 10 % af gyllemængden, 1000 ton CO₂-ækv./år

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Gens. 2013- 2020
Metan og lattergas	7,31	14,62	21,93	29,23	36,54	43,85	51,16	58,47	32,89
Kulstoflagring i jord	-1,69	-3,38	-5,08	-6,77	-8,46	-10,15	-11,85	-13,54	-7,62
I alt	5,62	11,23	16,85	22,46	28,08	33,70	39,31	44,93	25,27

Kilde: Egne beregninger samt Olsen (2009)

Tabel 5.2.6 viser, at bioafgasning af 10 % af gylleproduktionen vil reducere det fossile energiforbrug i form af naturgas med knap 1,1 mio. GJ i 2020. Endvidere bidrager tiltaget med en reduktion i kvælstofudvaskningen på 340.000 ton i 2020.

Tabel 5.2.6 Biogasproduktion fra 10 % af gyllemængden. Opgørelse af effekt på VE og energibesparelser i året 2020

		Enhed	2020
Effekt på VE		Mio. GJ	1,10
Effekt på vandmiljømålsætning	Reduceret kvælstofudvaskning, ton N		340.000

Kilde: Egne beregninger

5.2.6. Afgiftsprovenu og administrative omkostninger

Som tidligere beskrevet forudsættes det, at 80 pct. af gylleproduktionen vil blive omfattet af tiltagene bioafgasning, afbrænding eller forsuring. Dvs. at 20 % af gyllemængden vil blive pålagt en afgift under de opstillede forudsætninger. Nærværende scenarium omfatter (kun) 10 % af gyllemængden. Det samlede biogastiltag under Grøn Vækst inddrager 50 % af husdyrgødningen, og da afgiftsinstrumentet yderligere omfatter bioafgasning, afbrænding og forsuring giver det ikke umiddelbart mening at knytte afgiftsprovenuet specifikt til nærværende tiltag, der som sagt kun omfatter 10 % af gyllemængden. Husdyrgødningsafgiften er derfor ikke medtaget i tabel 5.2.7. Afgiftssatser og provenu for landbruget som helhed fremgår af tabel 5.1.5. Det samme gælder administrationsomkostningerne ved ordningen.

Tabel 5.2.7 viser statens provenutab, landbrugets driftsomkostninger og forbrugernes merudgifter ifm. biogasproduktion på basis af 10 % af gyllemængden. Når den producerede biogas fortrænger naturgas i kraftvarmesektoren, vil det resultere i et afgiftsprovenutab for staten i form af mistede afgifter på den substituerede naturgas. Afgiftsprovenutabet udgøres af værdien af afgiftsfri varme- og elproduktion svarende til 31,47 kr./GJ (Energistyrelsen, 2009d). Det svarer til godt 41 mio. kr. på årsbasis i 2020. Herudover vil forbrugerne opleve en stigning i priserne på 46,00 kr./GJ, der er opgjort som værdi af pristillæg i elproduktionen (op. cit.) – svarende til knap 60 mio. kr. på årsbasis i 2020.

Tabel 5.2.7 Budgetøkonomiske nettoomkostninger for forskellige sektorer ved biogasproduktion fra 10 % af gyllemængden, mio. kr.

		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	NPV 2009- 2039
Staten i alt		11	14	19	24	29	34	39	44	431
	Administrationsomk.	6	3	3	3	3	3	3	3	64
	Afgifts-provenutab	5	10	15	20	25	31	36	41	367
Landbrug	Drifts-omkostninger	69	56	42	28	13	2	-13	-28	-563
Forbruger	Forhøjet afgift	7	15	22	30	37	45	52	59	543

Kilde: Egne beregninger

5.2.7. Opsummering af beregningsresultater

Tabel 5.2.8 opsummerer biogastiltagets reduktionspotentiale samt de beregnede reduktionsomkostninger pr. CO₂-ækv. Fuldt implementeret i 2020 vil anvendelse af 10 % af gyllemængden reducere drivhusgasudledningerne inden for det ikke-kvotefattede område med 45.000 ton CO₂-ækv. på årsbasis. De velfærdsøkonomiske beregninger viser reduktionsgevinster på 137 kr./ton CO₂-ækv. eksklusive kulstoflagring i jorden. Tages der hensyn til reduktion af jordens kulstofindhold, stiger reduktionsgevinsterne til 179 kr./ton CO₂-ækv. (pga. mindre nævner). Anvendelse af husdyrgødning til biogas må på den baggrund betragtes som et klimapolitisk relevant tiltag.

Tabel 5.2.8 Opsummerende tabel, biogasproduktion fra 10 % af gyllemængden

	Enhed	Periode	Resultat
Reduktion af drivhusgasser uden kulstoflagring	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	58
Reduktion af drivhusgasser med kulstoflagring	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	45
Samfundsøkonomisk skyggepris inkl. kulstoflagring, inkl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2039)	-179
Samfundsøkonomisk skyggepris inkl. kulstoflagring, ekskl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2039)	806
Samfundsøkonomisk skyggepris ekskl. kulstoflagring, inkl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2039)	-137
Samfundsøkonomisk skyggepris ekskl. kulstoflagring, ekskl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2039)	619

Kilde: Egne beregninger

5.3. Husdyrgødning som brændsel i varmeproduktion

5.3.1. Beregningsforudsætninger

Tiltaget omfatter anvendelse af fiberindholdet i hhv. bioafgasset gylle og rå/ubehandlet svinegylle som brændsel i varmeproduktion. Som grundlag for scenarieberegningerne forudsættes det, at 30 % af den afgassede gyllemængde og 30 % af svinegyllen vil blive anvendt som brændsel frem til 2020. Der er meget begrænsede erfaringer med anvendelse af husdyrgødning som brændsel og teknologien må endnu betegnes som værende på udviklingsstadiet (Noppenau, 2009). Nærværende analyser bygger derfor på en ret simpel teknologi, hvor fiberfraktionen anvendes i ren varmeproduktion (uden samproduktion af el) (Fødevareministeriet, 2008).

Anvendelse af gylle til varmeproduktion forudsætter, at den separeres for at opnå et tilstrækkeligt højt tørstofindhold i brændslet. Ubehandlet svinegylle separeres decentralt på gårdbaserede anlæg, hvorefter fiberfraktionen anvendes til varmeproduktion på et (kraft)varmeværk. Afgasset gylle indeholder en del kulstof, som kan udnyttes til energiproduktion ved at separere tørstoffet fra og benytte det som brændsel i varmeproduktion. Separationen vil her foregå på biogasanlæggene og være mindre omkostningskrævende på grund af højere effektivitet end på de gårdbaserede anlæg. Til gengæld er tørstofindholdet i den afgassede gylle lavere end i den rå gylle, og det samlede energipotential pr. ton gylle dermed mindre.

De tekniske forudsætninger om energiproduktion ved afbrænding af husdyrgødning fremgår af tabel 5.3.1. Energiindholdet i fiberfraktionen antages at være 2,2 GJ/ton fiber. Med et fiberfraktionsindhold på 13 % i ubehandlet gylle og et procesenergitab på 30 %, vil nettoenergiproduktionen ved afbrænding af fiberfraktionen være 0,20 GJ/ton ubehandlet gylle. Afgasset gylle vil have et fiberfraktionsindhold på godt 8 % og en nettoenergiproduktion på 0,18 GJ/ton gylle (Fødevareministeriet 2008).

Tabel 5.3.1 Tørstof- og energiindhold i ubehandlet og afgasset gylle

		Ubehandlet gylle	Afgasset gylle
Tørstofindhold i gylle	Procent	13,20 %	8,23 %
Energiproduktion	GJ/ton fiberfraktion	2,20	2,20
	GJ/ton gylle	0,29	0,18
Fradrag til procesenergi		30 %	30 %
Energi netto til salg	GJ/ton gylle	0,20	0,13
	MWh/ton gylle	0,06	0,04

Kilde: Fødevareministeriet, 2008

I Danmark produceres der ca. 20 mio. ton svinegylle og 10 mio. ton kvæggylle årligt. Halvdelen af den samlede mængde forventes anvendt i biogasanlæg frem til 2020 (se afsnit 5.1). Som nævnt forventes det, at 30 % af den afgassede gylle vil blive anvendt til brændsel, hvilket svarer til 4,62 mio. ton gylle årligt. Af den samlede svinegyllemængde forventes det, at 30 % vil blive anvendt til brændsel, hvilket svarer 6,03 mio. ton gylle årligt. Tidsstien for implementering af afbrændingstiltagene fremgår af tabel 5.3.2. Det antages, at afbrænding af de respektive typer husdyrgødning indføres i samme takt som biogasproduktionen (se afsnit 5.1).

Tabel 5.3.2 Tidssti for implementering af tiltagene, mio. ton gylle pr. år		
	Ubehandlet svinegylle	Afgasset gylle
2013	0,75	0,58
2014	1,51	1,15
2015	2,26	1,73
2016	3,02	2,31
2017	3,77	2,88
2018	4,52	3,46
2019	5,28	4,04
2020	6,03	4,62

Kilde: Egne beregninger

Som det ses i tabel 5.3.3, vil afbrænding af husdyrgødning reducere udledningen af metan og især lattergas. Den reducerede lattergasudledning skyldes primært mindre udslip ifm. opbevaring og udbringning af gylle (Olesen, 2009). Endvidere reduceres kvælstofudvaskningen med 0,4-0,5 kg N pr. ton gylle (Fødevareministeriet, 2008).

Som tidligere nævnt er det uvist, om øget anvendelse af husdyrgødning til brændsel primært vil føre til substitution af naturgas. Principielt kan husdyrgødning også fortrænge anden biomasse som træflis o.l. De begrænsede erfaringer med anvendelse af husdyrgødning til brændsel betyder, at der ikke er grundlag for at opstille skøn over mulige substitutionsforhold eller priser på husdyrgødning. I mangel af bedre antages det i beregningerne, at afbrænding af husdyrgødning vil reducere forbruget af fossile brændsler gennem substitution af naturgas i kraftvarmesektoren.

Da afbrænding af husdyrgødning betyder, at der ikke føres kulstof tilbage til jorden, har tiltaget en negativ effekt på kulstoflagringen i jord. Som det fremgår af tabel 5.3.3, svarer den manglende kulstofbinding i landbrugsjorden omtrent til den CO₂-reduktionen, der opnås ved substitution af naturgas i varmeproduktionen. Ved den her analyserede forbrændingsteknologi skyldes nettoreduktionen af drivhusgasudledninger derfor helt overvejende reduceret udslip af lattergas.

Tabel 5.3.3 Konsekvensskema for anvendelse af husdyrgødning til brændsel

	Enhed	Tidspunkt	Ubehandlet svinegylle	Afgasset gylle
Gyllemængde til afbrænding	Mio. ton gylle	2020	6,03	4,62
Substitution af naturgas	Kg CO ₂ -ækv./ton gylle	Gens. 2013-2020	11,6	8,6
Reduktion af metanudslip	Kg CO ₂ -ækv./ton gylle	Gens. 2013-2020	0,9	0,3
Reduktion af lattergasudslip	Kg CO ₂ -ækv./ton gylle	Gens. 2013-2020	28,0	21,9
Kulstoflagring i jord	Kg CO ₂ -ækv./ton gylle	Gens. 2013-2020	-11,6	-7,7
Reduktion i alt med kulstoflagring i jord	Kg CO ₂ -ækv./ton gylle	Gens. 2013-2020	28,9	23,1
Reduktion i alt uden kulstoflagring i jord	Kg CO ₂ -ækv./ton gylle	Gens. 2013-2020	40,5	30,8
Reduktion af N-udvaskning	Ton N/ton gylle	Gens. 2013-2020	0,47	0,37

Kilde: Olesen 2009

I tabel 5.3.4 ses den forudsatte tidssti for reduktionen af drivhusgasser i perioden 2013-2020. I år 2020, hvor tiltaget er fuldt implementeret, vil der være en drivhusgas-reduktion på 104.300 ton CO₂-ækv. årligt fra ubehandlet svinegylle, mens afgasset gylle bidrager med en reduktion på 66.900 ton CO₂-ækv. årligt, når reduceret kulstof-indhold i jorden medregnes.

Tabel 5.3.4 Tidssti for drivhusgasreduktion ved anvendelse af husdyrgødning til brændsel, 1000 ton CO₂-ækv. pr. år

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Gens. 2013-2020
Ubehandlet svinegylle									
Metan- og lattergasreduktion	21,8	43,6	65,4	87,2	108,9	130,7	152,5	174,3	98,0
Kulstoflagring i jord	-8,7	-17,5	-26,2	-35,0	-43,7	-52,5	-61,2	-70,0	-39,4
I alt	13,0	26,1	39,1	52,2	65,2	78,3	91,3	104,3	58,7
Afgasset gylle									
Metan- og lattergasreduktion	12,8	25,6	38,4	51,2	64,0	76,9	89,7	102,5	57,6
Kulstoflagring i jord	-4,4	-8,9	-13,3	-17,8	-22,2	-26,7	-31,1	-35,5	-20,0
I alt	8,4	16,7	25,1	33,5	41,8	50,2	58,6	66,9	37,6

Kilde: Olesen 2009

Tabel 5.3.5 viser størrelsen af naturgassubstitutionen opgjort i GJ ved afbrænding af de forudsatte mængder af hhv. ubehandlet og afgasset gylle. Med et nettoenergiindhold på hhv. 0,20 og 0,13 GJ/ton gylle svarer det til en samlet substitution af naturgas på ca. 8,15 mio. GJ i perioden 2013-2020. I 2020 vil der blive substitueret fossil energi svarende til 1,23 mio. GJ fra afbrænding af ubehandlet svinegylle og 0,59 mio. GJ fra afbrænding af afgasset gylle. Det antages, at tiltagene udfases i samme takt som beskrevet for biogaskapaciteten i afs. 5.2. I perioden fra 2020-32 vil der blive substi-

tueret naturgas svarende til 1,23 mio. GJ/år fra afbrændt svinegylle og 0,59 mio. GJ/år fra afbrændt afgasset gylle, hvorefter tiltaget gradvist udfases i samme takt som biogas frem til 2039.

Afbrænding af husdyrgødning vil bidrage til realisering af målsætningen om reduceret kvælstofforurening. Som det ses i tabel 5.3.5 vil reduktionen af kvælstofudledning i 2020 være hhv. 2.835 og 1.708 ton N/år for ubehandlet svinegylle og afgasset gylle.

Tabel 5.3.5 Effekt af anvendelse af husdyrgødning til brændsel på målsætningerne om vedvarende energi og reduceret kvælstofudledning, effekt i år 2020

	År 2020	Ubehandlet gylle	Afgasset gylle
Substitution af fossil energi	Mio. GJ	1,23	0,59
Effekt på vandmiljømålsætning	Reduktion af N i ton	2.835	1.708

Kilde: Egne beregninger samt Olesen 2009

5.3.2. Driftsøkonomien i anvendelse af husdyrgødning som brændsel i varme- produktion

Tabel 5.3.6 viser de driftsøkonomiske omkostninger og indtægter ved anvendelse af husdyrgødning til brændsel i varmeproduktion for hhv. ubehandlet svinegylle og afgasset gylle. Tidsstien for indfasning og udfasning er den samme som for biogas i afs. 5.2.

Opgørelse af omkostninger og indtægter ved separering og afbrænding af fiberdelen i gylle bygger på Fødevareministeriet (2008) – fremskrevet til 2009-priser. For varmeleverancer forventes en stigning i realprisen fra 71,1 kr./GJ i 2009 til 85,9 kr./GJ i 2020 (Energistyrelsen 2009b).

Ved anvendelse af husdyrgødning til brændsel på varmegærker vil der være omkostninger ved separering af gyllen, transport af fiberdelen til værk, forbrænding og erstatning af plantenæringsstoffer i gyllens fiberfraktion, da denne ikke længere udbringes på marken. Hvad separationsomkostningerne angår, er der betydelig forskel på de to tiltag. Omkostningerne til separation på gårdanlæg er opgjort til 21,8 kr./ton gylle, mens separationsomkostningerne kan reduceres til 5,7 kr./ton på centrale anlæg med højere kapacitet. De samlede kapital- og driftsomkostninger ved anvendelse af husdyrgødning som brændsel er vist under et i tabel 5.3.6. Der er ikke opstillet en tidssti for investeringer, da tiltagene ikke er særligt kapitaltunge.

På indtægtssiden optræder salg af varme samt sparede omkostninger til udbringning af gylle på markerne, da mængden, der skal udbringes, reduceres ved frasepareringen af fiberfraktionen. Asken kan substituere handelsgødning til en værdi af 4,71 kr./ton gylle. Desuden vil der være besparelser i form af mindre omkostningskrævende opbevaring og overdækning af gyllen.

Tabel 5.3.6 Budgetøkonomisk opgørelse af driftsøkonomien ved anvendelse af husdyrgødning til brændsel, mio. kr.

	Ubehandlet svinegylle				Afgasset gylle			
	Kapital- og driftsomk.	Sparede omk.	Salg af varme	Netto-omk.	Kapital- og driftsomk.	Sparede omk.	Salg af varme	Netto-omk.
2013	54	16	13	24	24	9	6	9
2014	107	32	27	49	48	17	13	18
2015	161	48	40	73	73	26	19	28
2016	215	64	53	98	97	35	25	37
2017	268	79	67	122	121	43	32	46
2018	322	95	80	147	145	52	38	55
2019	375	111	94	170	169	61	45	64
2020	429	127	105	197	194	69	50	74
2021	429	127	105	197	194	69	50	74
2022	429	127	106	196	194	69	50	74
2023	429	127	106	196	194	69	51	74
2024	429	127	106	196	194	69	50	74
2025	429	127	106	196	194	69	51	74
2026	429	127	108	194	194	69	52	73
2027	429	127	108	194	194	69	52	73
2028	429	127	113	189	194	69	54	71
2029	429	127	114	188	194	69	54	70
2030	429	127	114	188	194	69	54	70
2031	429	127	114	188	194	69	54	70
2032	429	127	114	188	194	69	54	70
2033	375	111	100	165	169	61	48	61
2034	322	95	85	141	145	52	41	53
2035	268	79	71	118	121	43	34	44
2036	215	64	57	94	97	35	27	35
2037	161	48	43	71	73	26	20	26
2038	107	32	29	47	48	17	14	18
2039	54	16	14	23	24	9	7	9
NVP 2009-38	3.918	1.161	992	1.765	1.768	631	474	664
Kr./ton gylle	71	21	18	32	42	15	11	16

Kilde: Egne beregninger

Som det fremgår af tabel 5.3.6 er omkostningerne væsentligt større end indtægterne ved begge tiltag. For ubehandlet svinegylle er nettoomkostningerne 32,0 kr. pr. ton gylle, mens der for afgasset gylle er nettoomkostninger på 15,7 kr. pr. ton gylle. Forskellene mht. omkostningerne ved afbrænding af ubehandlet gylle og afgasset gylle

skyldes især de to typer separeringsteknologier, hvor omkostningerne er væsentligt højere ved gårdseparering eller ved separering på et biogasværk.

De driftsøkonomiske nettoomkostninger ved afbrænding af husdyrgødning afhænger bl.a. af prisen på varmeproduktion, der antages at stige væsentligt over perioden 2009-2039. Den gennemsnitlige driftsøkonomiske nettoomkostning på hhv. 32 og 16 kr./ton gylle er altså udtryk for et gennemsnit med lavere omkostninger sidst i perioden.

Som det fremgår af afsnit 5.1, forudsættes det, at ubehandlet gylle pålægges en afgift på 12 kr./ton. Af de to tiltag, der betragtes her, er afgiften således alene relevant for ubehandlet svinegylle. Med driftsøkonomiske omkostninger i den størrelsesorden, der er beregnet her, vil afgiften ikke i sig selv være tilstrækkeligt incitament til at vælge afbrænding. Afbrænding kan dog bidrage til at løse harmoniproblemer på bedrifter i husdyrtætte områder. Sammen med afgiften vil det muligvis kunne give tilstrækkeligt incitament til afbrænding af ubehandlet gylle, hvor det ikke er muligt for bedriften at blive tilknyttet et biogasanlæg. Afbrænding vil dog næppe få det omfang, der er forudsat i nærværende scenarie, medmindre der sker væsentlige teknologiske fremskridt inden for anvendelse af husdyrgødning som brændsel i kraftvarmeproduktionen. Ny teknologi baseret på termisk fiberforgasning af materialet er under afprøvning (Sto-holm, 2009, Energistyrelsen, 2009e), men der har ikke været grundlag for at gennemføre økonomiberegninger for denne teknologi.

5.3.3. Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger

De velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger ved anvendelse af husdyrgødning til brændsel fremgår af tabel 5.3.7. Posten velfærdsøkonomiske driftsomkostninger omfatter de driftsøkonomiske kapital- og driftsomkostningerne forhøjet med nettoafgiftsfaktoren. Endvidere indgår en forholdsmæssig andel af omkostningerne ved administration af afgiften på ubehandlet gylle som omtalt i afs. 5.1.4 – også forøget med nettoafgiftsfaktoren. De sparede omkostninger dækker de samme gevinster ved afbrænding som beskrevet under driftsøkonomien.

Afgifter og andre former for markedsindgreb betyder, at den pris på varme, som var-meværker opnår, ikke afspejler de samfundsmæssige alternativomkostninger i pro-duktionen. I de velfærdsøkonomiske beregninger i tabel 5.3.7 repræsenteres den sam-fundsmæssige værdi af energiproduktionen derfor af værdien af substitueret naturgas. Realprisudviklingen på naturgas er fremskrevet efter Energistyrelsen (2009b).

Mindre kvælstofudledning repræsenterer en samfundsmæssig benefit gennem reduktion af en negativ eksternalitet. Den budgetmæssige værdi af reduceret kvælstofudvaskning er opgjort til 23 kr./kg N (se afsnit 4.3.1 – svarende til 31 kr./kg N i velfærdsøkonomisk gevinst). Ved en reduktion på hhv. 0,47 og 0,37 kg N/ton gylle betyder det en sidegevinst på hhv. 10,8 og 8,8 kr./ton bagvedliggende ubehandlet og afgasset gylle. Værdien af CO₂-reduktionen udgøres af sparede CO₂-kvoter.

Som det fremgår af tabel 5.3.7 og 5.3.8 spænder CO₂-skyggeprisen fra omkring 617 til 2.585 kr./ton CO₂-ækv. for ubehandlet svinegylle, og fra 48 til 1.511 kr./ton CO₂-ækv. for afgasset gylle alt efter om sideeffekter og kulstofbinding i landbrugsjord medregnes. Den negative effekt på kulstoflagring i jorden trækker CO₂-skyggeprisen op, hvorimod sideeffekter i form af mindre kvælstofudvaskning og fortrængte CO₂-kvoter reducerer skyggeprisen betydeligt.

Tabel 5.3.7 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved afbrænding af ubehandlet svinegylle, mio. kr.

	Omkostninger			Indtægter		Sideeffekter		Drivhusgasreduk. 1000 ton CO ₂ -ækv.	
	Drifts- omk.	Adm. omk.	Sparede omk.	Subst. naturgas	Red. N- udvaskning	CO ₂ - reduk.	Netto- omk.	Uden Kulstof- lagring	Med Kulstof- lagring
2013	72	2,84	21	15	11	6	21	22	13
2014	145	1,74	43	31	22	12	39	44	26
2015	217	1,74	64	47	33	18	57	65	39
2016	290	1,74	86	63	44	24	75	87	52
2017	362	1,74	107	80	55	30	91	109	65
2018	434	1,74	129	98	66	36	108	131	78
2019	507	1,74	150	117	77	42	123	153	91
2020	579	1,74	172	136	88	48	138	174	104
2021	579	1,74	172	137	88	48	137	174	104
2022	579	1,74	172	139	88	48	135	174	104
2023	579	1,74	172	140	88	48	134	174	104
2024	579	1,74	172	142	88	48	132	174	104
2025	579	1,74	172	143	88	48	130	174	104
2026	579	1,74	172	145	88	48	129	174	104
2027	579	1,74	172	146	88	48	127	174	104
2028	579	1,74	172	148	88	48	126	174	104
2029	579	1,74	172	149	88	48	124	174	104
2030	579	1,74	172	151	88	48	123	174	104
2031	579	1,74	172	151	88	48	123	174	104
2032	579	1,74	172	151	88	48	123	174	104
2033	507	1,74	150	132	77	42	108	153	91
2034	434	1,74	129	113	66	36	92	131	78
2035	362	1,74	107	94	55	30	77	109	65
2036	290	1,74	86	76	44	24	62	87	52
2037	217	1,74	64	57	33	18	47	65	39
2038	145	1,74	43	38	22	12	32	44	26
2039	72	1,74	21	17	11	6	19	22	13
NPV	5.289	23	1.567	1.281	804	435	1.225	1.592	953
2009-2039									
NPV Skyggepris med værdi af sidegevinster kr./ton CO ₂ -ækv.								617	1.031
NPV Skyggepris uden værdi af sidegevinster kr./ton CO ₂ -ækv.								1.548	2.585

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.3.8 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved afbrænding af afgasset gylle, mio. kr.

	Omkost- ninger	---- Indtægter ---		--- Sideeffekter ---			Drivhusgasreduk. 1000 ton CO ₂ -ækv.	
	Drifts- -omk.	Sparede omk.	Subst. naturgas	Red. N- udvaskning	CO ₂ - reduk.	Netto- omk.	Uden Kulstof lagring	Med Kulstof lagring
2013	33	12	7	7	3	4	13	8
2014	65	23	15	13	6	8	26	17
2015	98	35	22	20	10	11	38	25
2016	131	47	30	27	13	15	51	33
2017	163	58	38	33	16	18	64	42
2018	196	70	47	40	19	20	77	50
2019	229	82	56	46	22	23	90	59
2020	261	93	65	53	25	25	102	67
2021	261	93	65	53	25	24	102	67
2022	261	93	66	53	25	24	102	67
2023	261	93	67	53	25	23	102	67
2024	261	93	68	53	25	22	102	67
2025	261	93	68	53	25	21	102	67
2026	261	93	69	53	25	21	102	67
2027	261	93	70	53	25	20	102	67
2028	261	93	71	53	25	19	102	67
2029	261	93	71	53	25	18	102	67
2030	261	93	72	53	25	18	102	67
2031	261	93	72	53	25	18	102	67
2032	261	93	72	53	25	18	102	67
2033	229	82	63	46	22	15	90	59
2034	196	70	54	40	19	13	77	50
2035	163	58	45	33	16	11	64	42
2036	131	47	36	27	13	9	51	33
2037	98	35	27	20	10	7	38	25
2038	65	23	18	13	6	4	26	17
2039	33	12	8	7	3	3	13	8
NPV 2009-2039	2.387	852	611	484	232	208	936	611
NPV Skyggepris med værdi af sidegevinster kr./ton CO ₂ -ækv.							48	73
NPV Skyggepris uden værdi af sidegevinster kr./ton CO ₂ -ækv.							987	1.511

Kilde: Egne beregninger

5.3.4. Oversigt og opsummering

Tabel 5.3.9 viser statens afgiftsprovenutab på naturgas og landbrugets omkostninger ved implementering af gylleafbrænding i det forudsatte omfang. Som beskrevet i afs. 5.1 er implementeringsinstrumentet en afgift på gylle, der ikke bioafgasses, afbrændes eller forsures. Afgiftsprovenuet er opgjort under et (i tabel 5.1.5), og da det ikke umiddelbart giver mening at opdele dette beløb, er det ikke medtaget i tabel 5.3.9. Som tidligere nævnt indgår en forholdsmæssig andel af omkostningerne ved administration af afgiften på ubehandlet gylle.

I forbindelse med afbrænding af husdyrgødning vil staten få et afgiftsprovenutab svarende til værdien af afgiftsfri varmeproduktion (Energistyrelsen 2009d). Med virkemidlet fuldt implementering i 2020, vil det årlige provenutab udgøre godt 40 mio.kr.

Landbrugets omkostninger vil ved fuld implementering ligge på 270 mio.kr. på årsbasis. Med omkostninger på det niveau virker det usandsynligt, at tiltaget vil blive implementeret i det omfang, der er forudsat i beregningsscenarierne. Ny teknologi kan tænkes at reducere omkostningerne og gøre afbrænding af husdyrgødning mere attraktivt. Med nettoomkostninger på omkring 16 kr. pr. ton gylle er afbrænding af fiberfraktionen fra afgasset gylle det mindst omkostningskrævende alternativ. Her kan harmoniproblemer muligvis gøre afbrænding interessant i visse tilfælde – også med den nuværende teknologi.

Tabel 5.3.9 Budgetøkonomiske nettoomkostninger for forskellige sektorer ved anvendelse af husdyrgødning til brændsel, ubehandlet svinegylle samt afgasset gylle i alt, mio. kr.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	NPV 2009-2039
Staten i alt	7,3	11,6	16,8	21,9	27,1	32,2	37,4	42,5	393
Administrationsomk.	2,1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	17
Afgiftsprovenutab	5,2	10,3	15,5	20,6	25,8	30,9	36,1	41,2	376
Landbrug									
Driftsomkostninger	33,7	66,9	100,9	134,9	167,3	202,0	234,2	270,9	2.428

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.3.10 opsummerer resultaterne mht. drivhusgasreduktion og beregnede skyggepriser for ubehandlet svinegylle samt afgasset gylle. Afbrænding af 30 % af svinegyllen vil reducere udslippet af metan og lattergas med 174.000 ton CO₂-ækv. på årsbasis, mens afbrænding af 30 % af den afgassede gyllemængde (= 50 % af den samlede gylleproduktion) vil reducere udledningen af metan og lattergas med 102.000 CO₂-ækv. om året. Tages der hensyn mindre kulstoflagring i jorden som følge af afbrænding af fiberfraktionen i gyllen, falder drivhusgasreduktionerne til hhv. 104.000 og 67.000 ton CO₂-ækv. pr. år.

CO₂-skyggeprisen spænder fra 617 til 2.585 kr./ton CO₂-ækv. for ubehandlet svinegylle, og fra 48 til 1.511 kr./ton CO₂-ækv. for afgasset gylle. For ubehandlet svinegylle er reduktionsomkostningerne væsentligt højere end den sandsynlige CO₂-skyggepris for det ikke-kvotefattede område. Virkemidlet kan derfor ikke betegnes som klimapolitisk relevant, medmindre ny teknologi kan effektivisere energiudnyttelsen/reducere omkostningerne væsentligt. Anvendelse af afgasset gylle til brændsel har

derimod en omkostningseffektiv CO₂-skyggepris på 73 kr./ton CO₂-ækv., når sidegevinst og reduceret kulstoflagring medregnes.

Som nævnt kan afbrænding af fiberfraktionen fra afgasset gylle tænkes at være driftsøkonomisk fordelagtig i områder med betydelige harmoniproblemer. For ubehandlet svinegylle ligger den velfærdsøkonomiske skyggepris imidlertid over 1.000 kr. pr. ton CO₂-ækv., når der tages hensyn til reduceret kulstoflagring i landbrugsjorden, hvilket må betegnes som højt. Da reduceret kulstoflagring overvejende må betragtes som en (negativ) eksternalitet, er der grund til at overveje, om der bør gives incitamentter til afbrænding af husdyrgødning, medmindre vedligeholdelse af jordens kulstofpulje sikres på anden måde – f.eks. gennem etablering af efterafgrøder.

Tabel 5.3.10 Opsummerende tabel, anvendelse af husdyrgødning til brændsel, ubehandlet svinegylle samt afgasset gylle

	Enhed	Periode	Ubehandlet svinegylle	Afgasset gylle
Reduktion af metan og lattergas ekskl. kulstoflagring	1000 ton CO ₂ -ækv.	År 2020	174	102
Reduktion af metan og lattergas samt kulstoflagring	1000 ton CO ₂ -ækv.	År 2020	104	67
Samfundsøkonomisk omkostning inkl. kulstoflagring, inkl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2039)	1.031	73
Samfundsøkonomisk omkostning inkl. kulstoflagring, ekskl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2039)	2.585	1.511
Samfundsøkonomisk omkostning ekskl. kulstoflagring, inkl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2039)	617	48
Samfundsøkonomisk omkostning ekskl. kulstoflagring, ekskl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2039)	1.548	987

Kilde: Egne beregninger

5.4. Forsuring af gylle

Forsuring af gylle foretages primært for at reducere ammoniakfordampningen fra stald og lager. Gylleforsuringen kan opnås ved at behandle gyllen med koncentreret svovlsyre. Ved tilsætning af ca. 5 kg syre pr ton gylle sænkes pH i gyllen fra det normale pH 7,0-7,5 til pH 5,5, således at forholdet mellem ammoniak og ammonium i gyllen forskydes mod ammonium (Olesen, 2009). Forsuringen reducerer ammoniakfordampningen fra alle led i kæden. Den reducerede ammoniakfordampning har dog ingen effekt på lattergasemissionerne, da reduktionen i lattergas fra kvælstof tabt ved ammoniakfordampning opvejes af en øget lattergasemission fra udbragt kvælstof i marken (op. cit.).

Derimod kan forsuringen af gyllen mindske dannelsen af metan og lattergas i gyllelageret. Undersøgelser i FarmTest viste en 32 % reduktion af metanemissionen og en 83 % reduktion af lattergasemissionerne fra kvægstald med forsuring sammenlignet med stalde uden forsuring (Olesen, 2009). Da en stor del af metanemissionen fra kvægstalde stammer fra kvægets fordøjelse, må effekten på metandannelsen fra gyllen antages at have været endnu højere. Foreløbige forsøg fra Agrotech og Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet har vist at forsuring kan mindske metandannelsen i lagret kvæggødning med 66 til 90 % (op. cit.). Her antages dog kun en 60 % reduktion, da der endnu foreligger forholdsvis få data på området (op. cit.). Der er også fundet lave lattergasemissioner, formentlig på grund af ringere tendens til dannelse af flydelag i forsuret gylle. Denne effekt antages at medføre en reduktion på 50 % i lattergasdannelsen for kvæggylle, men ingen reduktion for svinegylle, der ikke naturligt danner flydelag (op. cit.).

Forsuring vil muligvis kunne påvirke omsætningen i jorden efter udbringningen og dermed lattergasemissionerne fra udbragt gødning. Gødningens pH vil dog formentlig meget hurtigt tilpasses jordens pH, og derfor forventes denne effekt af være forsvindende lille (Olesen, 2009). De samlede effekter af forsuring bliver derfor en reduktion på 18,1 og 13,7 kg CO₂-ækv. pr. ton gylle for henholdsvis kvæg og svinegylle som ses i tabel 5.4.1.¹⁰

Tabel 5.4.1 Beregnede effekter af forsuring af kvæg- og svinegylle på reduktion i drivhusgasemissioner fra gyllelageret, kg CO₂-ækv. pr. ton gylle.

	Kvæg	Svin
Metan	13,0	13,7
Lattergas	5,1	0,0
I alt	18,1	13,7

Kilde: Olesen, 2009

Det antages her, at 10 % af både kvæg- og svinebrugene vil have etableret forsøringsanlæg i 2020 (Olesen, 2009). Dette giver et samlet reduktionspotential på 46.852 ton CO₂-ækv. i år 2020.

¹⁰ Som tidligere nævnt beregnes tiltagens drivhusgasreduktion efter gamle emissionsfaktorer fra IPCC for metan og lattergas. For gylleforsuring har der dog kun været nye (2006) emissionsfaktorer til rådighed. Forskellen er beskeden (Jørgen E. Olesen, DJF, mundtlig meddelelse).

5.4.1. Omfang og effekter

I Danmark produceres der årligt ca. 10 mio. ton kvæggylle og 21 mio. ton svinegylle. Af denne mængde antages det, at 10 % kan forsures. Tabel 5.4.2 viser de omfangsmæssige konsekvenser af gylleforsurings-tiltaget.

Gylleforsuringsanlæg etableres på bedriftsniveau. Størrelsen af de relevante bedrifter afgør derfor, hvor mange anlæg, der skal etableres, for at nå op på forsuring af 10 % af gyllemængden. Tiltaget forudsættes implementeret i perioden 2013-20. Det antages at de relevante gennemsnitsstørrelser i denne periode vil være 250 DE for kvægbedrifter og 500 DE for svinebedrifter (Jacobsen et al., 2002). Da kvæg og svin producerer henholdsvis 14 og 17 ton gylle pr. DE, vil den forudsatte etablering af anlæg skulle foretages på omkring 305 kvægbedrifter og 237 svinebedrifter frem til 2020.

Der forventes en årlig etablering af 38 anlæg på kvægbedrifter og 30 på svinebedrifter i perioden 2013-20. Tidsstien for dette forløb svarer til implementeringen af biogasanlæg samt den gradvise forøgelse af afgiften på gylle, der hverken afgasses, afbrændes eller forsures (se afsnit 5.1). Det forventes at anlæggene har en levetid på 15 år (Miljøstyrelsen, 2009b). Der vil således ske en udfasning af tiltagets investeringer fra 2027 til 2034, og dermed en fuld effekt af tiltaget i perioden 2020 til 2027.

Tabel 5.4.2. Konsekvensskema for forsuring af gylle på kvæg- og svinebedrifter

	Enhed	Tidspunkt	Effekt Kvæggylle	Effekt Svinegylle
Forsuring	Mio. ton gylle	2020	1,067	2,010
Forsuring	Antal bedrifter	2020	305	237
Reduktion af metan	Kg CO ₂ -ækv./ton gylle	Årligt	13,0	13,7
Reduktion af N ₂ O (lattergas)	Kg CO ₂ -ækv./ton gylle	Årligt	5,1	0,0
Reduktion af ammoniak	Kg NH ₃ -N/anlæg	Årligt	2.673	9.028
Øget N i gylle	Kg N/anlæg	Årligt	2.674	9.028

Kilde: Miljøstyrelsen 2009 samt egne beregninger

Tiltaget vil, som beskrevet tidligere, primært have effekt på udledningen af metan og lattergasser – ud over ammoniakreduktionen. Tabel 5.4.3 viser den samlede udledningsreduktion fra kvæg- og svinebedrifter.

Tabel 5.4.3 Reduktion af metan og lattergasser ved forsuring af gylle på kvæg- og svinebedrifter, ton CO₂-ækv.

		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Gens. 2013- 2020
Kvæg	Metan og lattergas	2.406	4.811	7.217	9.623	12.029	14.434	16.840	19.309	10.834
Svin	Metan og lattergas	3.486	6.973	10.459	13.946	17.432	20.918	24.405	27.542	15.645

Kilde: Egne beregninger samt Olesen (2009)

5.4.2. Driftsøkonomiske omkostninger

Investeringerne i et gylleforsuringsanlæg er opgjort til 650.000 kr. på kvægbedrifter med 250 DE og 1.480.000 kr. på svinebedrifter med 500 DE (Miljøstyrelsen, 2009b). De samlede investeringer og driftsomkostninger ses i tabel 5.4.4 og 5.4.5 for henholdsvis kvæg og svin. Driftsomkostningerne omfatter vedligeholdelse, elforbrug og svovlsyreforbrug. De samlede omkostninger til drift og vedligeholdelse af et anlæg er 47.550 kr./år på kvægbedrifter og 99.700 kr./år på svinebedrifter.

Forsuring øger kvælstofindholdet i gyllen grundet reduktion i ammoniakfordampningen og øger samtidig svovlindholdet grundet tilsætning af koncentreret svovlsyre til gyllen. Dette giver samlet set en øget gødningsværdi af gyllen. På kvægbedrifter øges udbringningen af kvælstof med 2.674 kg N på årsbasis, mens der på svinebedrifter er tale om 9.028 kg N pr. år (Miljøstyrelsen, 2009a). Det øgede svovlindhold i gyllen stammer fra tilsætning af koncentreret svovlsyre. Ved forsuring af gylle øges indholdet af plantetilgængeligt svovl ved anvendelse på marken. Da der normalt tilføres 20 kg svovl pr. hektar (Dansk Landbrugsrådgivning, 2009), må anvendelse af forsuret gylle til gødning anses som en besparelse i landmandens driftsudgifter. Denne besparelse svarer til 32.000 kr./anlæg på svinebedrifter og 13.250 kr./anlæg på kvægbedrifter (Miljøstyrelsen, 2009b).

Der anvendes 45.900 kg koncentreret svovlsyre om året i svinebedrifter og 27.956 kg koncentreret svovlsyre om året på kvægbedrifter. Den samlede værdi af øget kvælstof og svovl i gyllen skaber en øget gødningsværdi på 30.000 kr./anlæg på kvægbedrifter og 93.400 kr./anlæg på svinebedrifter.

Tabel 5.4.4. Driftsøkonomiske omkostninger ved forsuring af 10 % af kvæggyllen, mio.kr.

	Antal bedrifter	Investering	Drift og vedligehold	Øget gødningsværdi	Netto-omkostninger
2013	38	24,7	1,8	1,3	25,2
2014	76	24,7	3,6	2,6	25,7
2015	114	24,7	5,4	3,9	26,2
2016	152	24,7	7,2	5,3	26,7
2017	190	24,7	9,0	6,6	27,2
2018	228	24,7	10,8	7,9	27,6
2019	266	24,7	12,6	9,2	28,1
2020	305	25,4	14,5	10,6	29,3
2021	305	-	14,5	10,6	3,9
2022	305	-	14,5	10,6	3,9
2023	305	-	14,5	10,6	3,9
2024	305	-	14,5	10,6	3,9
2025	305	-	14,5	10,6	3,9
2026	305	-	14,5	10,6	3,9
2027	305	-	14,5	10,6	3,9
2028	267	-	12,7	9,2	3,4
2029	229	-	10,9	7,9	3,0
2030	191	-	9,1	6,6	2,5
2031	153	-	7,3	5,3	2,0
2032	115	-	5,5	4,0	1,5
2033	77	-	3,7	2,7	1,0
2034	39	-	1,9	1,4	0,5
Nutidsværdi (2013-2034)		138	110	80	168
Kr./ton gylle		17,1	13,6	9,9	20,7

Kilde: Egne beregninger

Som det ses i tabel 5.4.4 er nettoomkostningerne til forsuring af gylle på kvægbedrifter beregnet til 20,7 kr./ton gylle¹¹. De samlede nutidsomkostninger ved etablering af forsøringsanlæg på i alt 305 kvægbedrifter er 168 mio. kr. Hovedparten af omkostningerne går til drift og vedligeholdelse af anlægget. Svovlsyre tegner sig for 46-60 % af driftsomkostningerne, hvorfor estimatet er ret følsomt overfor ændringer i svovlsyrepriserne. Den tidligere beskrevne besparelse på handelsgødning svarer til 9,9 kr./ton gylle.

Som det fremgår af tabel 5.4.5 beløber de samlede nettoomkostninger sig til omkring 15,5 kr. pr. ton gylle for svinebedrifters vedkommende. Den lavere omkostning skyldes til dels en lavere driftsomkostning og til dels en højere gødningsværdi i gyllen.

¹¹ Udregnes som de diskonterede omkostninger divideret med den diskonterede gyllemængde.

Det forudsatte implementeringsinstrument er en afgift på knap 13 kr. pr. ton gylle, der ikke bioafgasses, forbrændes eller forsures. Med de beregnede forsøringsomkostninger vil en afgift af den størrelse ikke give tilstrækkeligt incitament til at implementere tiltaget. Som tidligere nævnt må husdyrproducenters etablering af gylleforsøringsanlæg derfor ses i sammenhæng med krav om reduceret ammoniakforurening.

Tabel 5.4.5. Driftsøkonomiske omkostninger ved forsuring af 10 % af svinegylle, mio.kr.

	Antal bedrifter	Investering	Drift og vedligehold	Øget gødningsværdi	Netto-omkostninger
2013	30	44,4	3,0	3,1	44,3
2014	60	44,4	6,0	6,3	44,1
2015	90	44,4	9,0	9,4	44,0
2016	120	44,4	12,0	12,5	43,9
2017	150	44,4	15,0	15,6	43,8
2018	180	44,4	18,0	18,8	43,6
2019	210	44,4	21,0	21,9	43,5
2020	237	40,0	23,7	24,7	38,9
2021	237	-	23,7	24,7	-1,0
2022	237	-	23,7	24,7	-1,0
2023	237	-	23,7	24,7	-1,0
2024	237	-	23,7	24,7	-1,0
2025	237	-	23,7	24,7	-1,0
2026	237	-	23,7	24,7	-1,0
2027	237	-	23,7	24,7	-1,0
2028	207	-	20,7	21,6	-0,9
2029	177	-	17,7	18,4	-0,8
2030	147	-	14,7	15,3	-0,6
2031	117	-	11,7	12,2	-0,5
2032	87	-	8,7	9,1	-0,4
2033	57	-	5,7	5,9	-0,2
2034	27	-	2,7	2,8	-0,1
Nutidsværdi (2013-2034)		245	180	188	237
Kr./ton gylle		16,0	11,8	12,3	15,5

Kilde: Egne beregninger

5.4.3. Velfærdsøkonomiske omkostninger

I de velfærdsøkonomiske beregninger af omkostningerne ved forsuring af gylle indregnes værdien af den reducerede ammoniakfordampning. Reduktion af ammoniakfordampning har en samfundsøkonomisk skyggepris på 39 kr./kg NH₃-N (se afs. 4.3.2). Ved forsuring af kvæggylle på bedrifter med 250 DE reduceres ammoniakfordampningen med 2.673 kg NH₃-N/år. På svinebedrifter med 500 DE vil reduktionen af ammoniakfordampningen være 9.028 kg NH₃-N/år (Miljøstyrelsen, 2009a).

Som det ses af tabel 5.4.6 er der en velfærdsøkonomisk gevinst ved forsuring af gylle på kvægbedrifter 629 kr./ton CO₂-ækv., når værdien af sideeffekter i form af reducere-

ret ammoniakfordampning medregnes. Uden værdien af reduceret ammoniakfordampning udgør reduktionsomkostningerne knap 1.600 kr./ton CO₂-ækv.

Sammenlignet med kvæggylle giver forsuring af svinegylle en væsentlig større reduktionen af ammoniakfordampningen pr. ton gylle. Som det fremgår af tabel 5.4.7 betyder det, at virkemidlet giver en samfundsøkonomisk gevinst på ca. 2.500 kr./ton CO₂-ækv., når værdien af ammoniakreduktionen medregnes. Indregnes værdien af sideeffekten ikke, vil reduktionsomkostningerne udgøre knap 1.600 kr. pr. ton CO₂-ækv. Resultaterne af de velfærdsøkonomiske beregninger understreger, gylleforsuring ikke er omkostningsmæssigt relevant i klimapolitisk sammenhæng, men primært skal ses som et miljøpolitisk tiltag til reduktion af ammoniakforureningen.

Tabel 5.4.6. Velfærdsøkonomiske omkostninger ved forsuring af 10 % af kvæggyllen, mio. kr.

	----- Omkostninger -----			Indtægter Øget værdi af gødning	Sideeffekter Ammoniak- reduktion	Netto-omk.	Drivhusgasreduk. 1000 ton CO ₂ -ækv.
	Investering	Driftsomk.	Adm. omk.				
2013	33,3	2,4	0,9	1,8	5,3	29,6	2,4
2014	33,3	4,9	0,6	3,6	10,7	24,6	4,8
2015	33,3	7,3	0,6	5,3	16,0	19,9	7,2
2016	33,3	9,8	0,6	7,1	21,4	15,2	9,6
2017	33,3	12,2	0,6	8,9	26,7	10,5	12,0
2018	33,3	14,6	0,6	10,7	32,1	5,8	14,4
2019	33,3	17,1	0,6	12,4	37,4	1,1	16,8
2020	34,2	19,6	0,6	14,3	42,9	-2,8	19,3
2021	-	19,6	0,6	14,3	42,9	-37,0	19,3
2022	-	19,6	0,6	14,3	42,9	-37,0	19,3
2023	-	19,6	0,6	14,3	42,9	-37,0	19,3
2024	-	19,6	0,6	14,3	42,9	-37,0	19,3
2025	-	19,6	0,6	14,3	42,9	-37,0	19,3
2026	-	19,6	0,6	14,3	42,9	-37,0	19,3
2027	-	19,6	0,6	14,3	42,9	-37,0	19,3
2028	-	17,1	0,6	12,5	37,6	-32,3	16,9
2029	-	14,7	0,6	10,7	32,2	-27,7	14,5
2030	-	12,3	0,6	8,9	26,9	-23,0	12,1
2031	-	9,8	0,6	7,2	21,5	-18,3	9,7
2032	-	7,4	0,6	5,4	16,2	-13,6	7,3
2033	-	4,9	0,6	3,6	10,8	-8,9	4,9
2034	-	2,5	0,6	1,8	5,5	-4,2	2,5
NPV	186,7	148,9	6,9	108,4	326,3	-92,3	146,8
2009-2034							
Kr./ton gylle	23,0	18,4	0,0	13,4	40,2	-12,2	
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							-629
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							1.594

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.4.7. Velfærdsøkonomiske omkostninger ved forsuring af 10 % af svinegyllen, mio. kr.

	Investering	----- Omkostninger Drifts- omk.	Adm. omk.	Indtægter Øget værdi af gødning	Sideeffekter Ammoniak- reduktion	Netto- omk.	Drivhusgas- reduk.1000 ton CO ₂ -ækv.
2013	59,9	4,0	0,7	4,2	14,3	46,2	3,5
2014	59,9	8,1	0,4	8,4	28,5	31,5	7,0
2015	59,9	12,1	0,4	12,7	42,8	17,1	10,5
2016	59,9	16,2	0,4	16,9	57,0	2,6	13,9
2017	59,9	20,2	0,4	21,1	71,3	-11,8	17,4
2018	59,9	24,3	0,4	25,3	85,6	-26,2	20,9
2019	59,9	28,3	0,4	29,5	99,8	-40,7	24,4
2020	53,9	32,0	0,4	33,3	112,7	-59,7	27,5
2021	-	32,0	0,4	33,3	112,7	-113,6	27,5
2022	-	32,0	0,4	33,3	112,7	-113,6	27,5
2023	-	32,0	0,4	33,3	112,7	-113,6	27,5
2024	-	32,0	0,4	33,3	112,7	-113,6	27,5
2025	-	32,0	0,4	33,3	112,7	-113,6	27,5
2026	-	32,0	0,4	33,3	112,7	-113,6	27,5
2027	-	32,0	0,4	33,3	112,7	-113,6	27,5
2028	-	27,9	0,4	29,1	98,4	-99,2	24,1
2029	-	23,9	0,4	24,9	84,1	-84,7	20,6
2030	-	19,8	0,4	20,7	69,9	-70,3	17,1
2031	-	15,8	0,4	16,5	55,6	-55,9	13,6
2032	-	11,7	0,4	12,2	41,4	-41,4	10,1
2033	-	7,7	0,4	8,0	27,1	-27,0	6,6
2034	-	3,6	0,4	3,8	12,8	-12,6	3,1
NPV 2009- 2034	331,2	243,6	9,9	254,2	858,6	-528,1	209,9
Kr./ton gylle	21,6	15,9	-	16,6	56,0	-35,1	
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							-2.516
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							1.574

Kilde: Egne beregninger

5.4.4. Opsummering af beregningsresultater vedr. forsuring af 10 % af gyllemængde

Implementeringsinstrumentet er den omtalte afgift på knap 13 kr. pr. ton gylle, der ikke bioafgasses, forbrændes eller forsures. Afgiftsprovenuet er opgjort under et (i tabel 5.1.5), og da det ikke umiddelbart giver mening at opdele dette beløb, er det ikke medtaget her. Derimod indgår en forholdsmæssig andel af omkostningerne ved administration af afgiften på ubehandlet gylle.

Tabel 5.4.8 Budgetøkonomiske nettoomkostninger for forskellige sektorer ved forsuring af 10 % af gyllemængden, mio. kr.

		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	NPV 2009-2039
Stat	Adm.omk.	1,23	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	8,95
Landbrug	Driftsomk.	69	70	70	71	71	71	72	68	406

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.4.9 giver en opsummering af drivhusgasreduktionen og de beregnede reduktionsomkostninger ved gylleforsuring. Forsuring af 10 % af gyllemængden giver en drivhusgasreduktion (primært i form af lattergas) svarende til 47.000 ton CO₂-ækv. på årsbasis.

De velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger ved forsuring af gylle på kvægbedrifter er beregnet til en gevinst på 629 kr./ton CO₂-ækv., når værdien af sideeffekter i form af reduceret ammoniakfordampning medregnes. Uden værdien af reduceret ammoniakfordampning er reduktionsomkostningerne knap 1.600 kr./ton CO₂-ækv. Forsuring af svinegylle giver også en samfundsøkonomisk gevinst på godt 2.500 kr./ton CO₂-ækv., når værdien af ammoniakreduktionen medregnes. Indregnes værdien af sideeffekten ikke, vil reduktionsomkostningerne udgøre knap 1.600 kr./ton CO₂-ækv. Gylleforsuring er således først og fremmest relevant som miljøpolitisk tiltag til reduktion af ammoniakforureningen. For større svine- og kvægbedrifter viser beregningerne dog, at tiltaget også er klimapolitisk relevant, når reduceret ammoniakforurening og drivhusgasreduktion ses i sammenhæng.

Tabel 5.4.9 Opsummering af effekter ved forsuring af 10 % af gyllemængden

	Enhed	Periode	----- Resultat -----	
			Kvæggylle	Svinegylle
Reduktion af drivhusgasser	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	19	28
Samfundsøkonomisk omkostning, inkl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2034)	-629	-2.516
Samfundsøkonomisk omkostning, ekskl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2034)	1.594	1.574

Kilde: Egne beregninger

5.5. Fedt i foder til malkekøer

Med de kendte teknologier er øget fedtandel i foderet til malkekøer (som substitut for korn) det mest relevante tiltag til at reducere metanudledningen fra mælkeproduktionen (Olesen, 2009). Der foreligger ikke undersøgelser, som belyser effekten af fedtfodring for andre husdyrkategorier, f.eks. opdræt og tyrekalve (op. cit.). Tiltaget omfatter derfor kun malkekøer.

For at forebygge sundhedsskadelige virkninger for forbrugerne af mælkeprodukter skal tiltaget afgrænses til kun at omfatte plantefedtstoffer med en sundhedsmæssigt fordelagtig fedtsyresammensætning. Det kan f.eks. være rapsolie eller olieindholdet i raps eller rapskager (Møller & Martinussen, 2009). Ved de gældende prisrelationer er fedt i de nævnte kategorier noget dyrere end korn pr. foderenhed. Da der ikke er tilsvarende produktionsmæssige fordele forbundet med ændringen, eksisterer der ikke i almindelighed et driftsøkonomisk incitament til at øge fedtandelen i kvægfoder. Det forudsættes, at et afgiftsinstrument benyttes til implementering af tiltaget.

5.5.1. Driftsøkonomiske omkostninger og implementering

Som det fremgår af tabel 5.5.1 forudsættes det, at en daglig standardfoderblanding reduceres med 1,6 kg byg, som erstattes af 0,87 kg rapsfrø (Weisbjerg, 2009). Det svarer til en forøgelse af foderets indhold af råfedt med knap 60 %. Beregningerne i tabel 5.5.1 viser, at den årlige omkostning ved den forudsatte fedttildeling i form af rapsfrø er 126 kr./år for konventionelle malkekøer og 330 kr./år for økologiske malkekøer.

Ifølge modelfremskrivninger med AGMEMOD følger byg- og rapsprisen hinanden over perioden 2013 til 2020. Det er derfor ikke nødvendigt at indregne prisændringer. I beregningerne er priserne på byg og raps opgjort ab landmand. Det forudsættes, at prisrelationerne an mælkeproducent er de samme ved indkøb af byg og raps.

Tabel 5.5.1 Meromkostninger ved øget fedt til malkekvæg

	Ændring i foder kg/ko/dag	Pris kr./kg		Meromkostning kr./ko/dag	
		Konventionel	Økologisk	Konventionel	Økologisk
Vårbyg	-1,6	0,98	1,50	-1,57	-2,40
Rapsfrø	0,87	2,20	3,80	1,91	3,30
I alt, pr. dag				0,35	0,90
I alt, pr. år				126	330

Kilde: Weisbjerg (2009) og Budgetkalkuler 2009

5.5.2. Afgiftssats og tiltagets konsekvenser

Da det ikke er driftsøkonomisk fordelagtigt at erstatte korn med rapsfrø i kvægfoder, må tiltaget understøttes af et implementeringsinstrument. Det forudsættes, at der pålægges malkekøer en afgift, hvis der ikke fodres med en fedtmængde, som mindst svarer til den i tabel 5.5.1 fastsatte mængde. For at skabe det nødvendige incitament skal afgiften være højere end meromkostningen ved at ændre fodringspraksis i det ønskede omfang. I beregningerne er afgiften fastsat til 400 kr./ton CO₂-ækv. Fedttildeling i det forudsatte omfang resulterer i en reduceret drivhusgasudledning på 0,84 ton CO₂-ækv./malkeko/år. Afgiftssatsen bliver dermed 336 kr./malkeko årligt for de køer, der ikke tildeles fedt.

Da de gennemsnitlige meromkostninger er beregnet til 126 kr./år for konventionelle malkekøer, må det antages, at hovedparten af de konventionelle mælkeproducenter vil vælge at tildele fedt i det forudsatte omfang. Der er dog en betydelig variation i fodringspraksis og driftsform, som også påvirker mulighederne for øget fedtfodring (Olesen, 2009). Det antages derfor, at (kun) 80 % af de konventionelle malkekøer vil få tildelt fedt i det forudsatte omfang. For økologisk mælkeproduktion ligger meromkostningerne på niveau med afgiften. Her forudsættes det, at 40 % af de økologiske køer vil få tildelt fedt svarende til den fastsatte norm.

I 2007 omfattede den danske malkekvægsbestand 558.000 malkekøer, hvoraf ca. 56.500 var økologiske, svarende til knap 10 % af bestanden. Som nævnt i afsnit 2.2, forventes det, at den samlede malkekvægsbestand falder med 10 % frem til år 2020 samtidig med at Grøn Vækst forudsætter, at omlægning til økologisk jordbrug fremmes, således at det økologiske areal fordobles frem til 2020. Dette betyder et fald i den konventionelle malkekvægsbestand til ca. 389.000 dyr samt en økologisk bestand på ca. 113.200 køer i 2020.

Det beregnede antal malkekøer, der tildeles fedt, fremgår af tabel 5.5.2. Da tiltaget ikke kræver investeringer i nævneværdig grad, antages det, at implementeringen sker i fuldt omfang fra analyseperiodens begyndelse i 2013. Med den estimerede udvikling i malkekvægsbestanden betyder det, at der i 2020 vil være ca. 356.000 malkekøer, som tildeles den forudsatte mængde fedt. Det betyder, at der i 2020 vil være omkring 146.000 køer – svarende til 29 % af den samlede bestand – som ikke tildeles den forudsatte fedtmængde. Med en årlig afgift på 336 kr./malkeko, der ikke fodres efter normen, bliver afgiftsprovenuet for staten ca. 49 mio. kr. i 2020.

Tabel 5.5.2 Oversigt over udvikling af malkekvægsbestanden samt andel der tildeles fedt, 2009-2020

	Konventionelle	Økologiske	Samlet bestand
Antal malkekøer, 2009	501.400	56.600	558.000
Fordeling	90 %	10 %	100 %
Antal malkekøer, 2020	389.000	113.200	502.200
Fordeling	77 %	23 %	100 %
Fedttildeling	80 %	40 %	71 % (2020)
Antal køer tildelt fedt i 2013	365.754	29.130	394.884
Antal køer tildelt fedt i 2020	311.200	45.280	356.480

Kilde: Egne beregninger

Tiltagets bidrag til reduktion af drivhusgasudledningerne ses i tabel 5.5.3. Som de fremgår af tabellen reduceres drivhusgasudslippet med 299.000 ton CO₂-ækv. på årsbasis i 2020. Denne reduktion stammer fra en reduktion i metanudledningen på 0,777 ton CO₂-ækv. og en reduktion lattergasudledningen på 0,063 ton CO₂-ækv. svarende til en samlet reduktion på 0,840 ton CO₂-ækv. pr. stk. malkekvæg om året (Fødevarerministeriet, 2008). Den samlede reduktion i 2020 er noget lavere end den gennemsnitlige reduktion pr. år for hele perioden, hvilket skyldes det faldende antal malkekøer og den stigende andel af økologiske køer, hvoraf kun 40 % tildeles fedt.

Tabel 5.5.3 Oversigt over reduktion af drivhusgasser ved øget fedttildeling til malkekvæg, 1000 ton CO₂-ækv.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Gens. 2013-2020
Reduktion af lattergas	24,9	24,5	24,1	23,7	23,4	23,0	22,7	22,5	23,6
Reduktion af metan	306,8	301,8	297,0	292,5	288,3	284,2	280,5	277,0	291,0
I alt	331,7	326,3	321,1	316,2	311,6	307,3	303,2	299,4	314,6

Kilde: Olesen (2009)

5.5.3. Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger

De samfundsøkonomiske reduktionsomkostninger ses i tabel 5.5.4. Der er ingen sideeffekter ved tiltaget. De samlede driftsomkostninger er nogenlunde konstante over tiden på trods af den faldende kobestand. Det skyldes en svagt stigende andel af økologiske køer, hvor meromkostningerne ved ændret fodring er højere end for konventionelle køer. Som det fremgår af tabellen, udgør de velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger knap 270 kr./ton CO₂-ækv.

Tabel 5.5.4 Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger, mio. kr.

	Antal malkekøer omfattet, stk.	Vægtet meromkostning, kr./malkeko	Driftsomk.	Adm. omk.	Netto- omk.	Drivhusgas- reduk.1000 ton CO ₂ -ækv.
2013	394.884	152	81	2,29	83	332
2014	388.436	154	81	0,36	81	326
2015	382.301	156	81	0,36	81	321
2016	376.483	159	81	0,36	81	316
2017	370.987	161	81	0,36	81	312
2018	365.817	165	81	0,36	82	307
2019	360.979	168	82	0,36	82	303
2020	356.480	172	83	0,36	83	299
NPV 2009-20			1.019	6,06	1.025	3.810
Skyggepris, kr./ton CO ₂ -ækv.						269

Kilde: Egne beregninger

5.5.4. Opsummering af beregningsresultater

Tiltaget indebærer, at 1,6 kg byg erstattes med 0,87 kg rapsfrø i en daglig standardfoderblanding til malkekøer. Det antages, at en afgift på 400 kr./CO₂-ækvivalent vil føre til, at 71 % af den samlede malkekobestand i 2020 vil få tildelt den forudsatte fedtmængde. Tabel 5.5.5 viser, at afgiftsbetalingerne for den resterende del vil udgøre omkring 49 mio. kr. pr. år. Meromkostningerne for den del af mælkeproducenterne, der opfylder normen for fedttildeling vil i 2020 være 61 mio. kr. på årsbasis, hvilket vil betyde en samlet udgift for landbruget på 110 mio. kr. i år 2020.

Tabel 5.5.5 Budgetøkonomiske nettoomkostninger for forskellige sektorer ved øget fedt til malkekøer, mio. kr.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	NPV 2009- 2038
Staten i alt	1,70	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	4,49
- Administration	1,70	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	4,49
Landbrug i alt	107,77	107,99	108,25	108,55	108,89	109,29	109,74	110,26	1.890,74
- Driftsomkostninger	60,01	59,79	59,68	59,72	59,89	60,20	60,67	61,30	754,58
- Afgift	47,76	48,21	48,56	48,83	49,01	49,09	49,07	48,96	1.136,15

Kilde: Egne beregninger

Effekten af tiltaget er opsummeret i tabel 5.5.6. Som det fremgår af tabellen vil den forudsatte forøgelse af fedttildelingen til malkekøer føre til en reduktion i udledningen af metan og lattergasser på 300.000 ton CO₂-ækv. i 2020. Den samfundsøkonomiske skyggepris på reduktionen vil være 269 kr./ton CO₂-ækv.

Reduktionomkostninger i den størrelsesorden må forventes at ligge på mellemniveau for det samlede ikke-kvotefattede område. Tiltaget må derfor betragtes som klimapolitisk relevant.

Tabel 5.5.6 Opsummerende tabel, øget fedt til malkekøer

	Enhed	Periode	Resultat
Reduktion af drivhusgasser	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	299
Samfundsøkonomisk reduktionsomkostning	Kr./ton CO ₂ -ækv. NPV (2009-2020)		269

Kilde: Egne beregninger

5.5.5. Effekt på kvægbestanden af afgift og implementeringsomkostninger

Som det fremgår af ovenstående, vil både øget tildeling af fedt og afgiften på køer, der ikke får øget fedttildeling, øge kvægbrugets omkostninger. Udbudseffekten i form af nedgang i kvægbestanden er beregnet ved anvendelse af AGMEMOD modellen.

Tabel 5.5.7 Effekter af meromkostning ved fedttildeling og en foderbetinget af gift på malkekøer

	2013	2017	2020
	-----	Pct. Ændring	-----
Kvægbestand, ult.	-0,03	-0,10	-0,11
Antal malkekøer, ult.	-0,64	-0,67	-0,69
Oksekødproduktion	0,00	-0,65	-0,71
Mælkeproduktion	-0,88	-0,88	-0,89

Kilde: AGMEMOD beregninger

Tabel 5.5.7 viser de vigtigste effekter af den forudsatte afgift og de øgede omkostninger. Iflg. Beregninger giver afgiften anledning til et fald i antallet af malkekøer på 0,7 %, svarende til ca. 3.000 køer i 2020, et fald i oksekødsproduktion i samme størrelsesorden, samt et fald i mælkeproduktionen på 0,9 pct, svarende til ca. 40.000 ton. Implementering af tiltaget kan således ikke forventes at få væsentlig indflydelse på kvægproduktionens størrelse. Det er dog ikke i sig selv en begrundelse for, at betegne tiltaget som samfundsmæssigt fordelagtigt. Her er det størrelsen af reduktionsomkostningerne sammenlignet med CO₂-skyggeprisen for det ikke-kvotefattede område som helhed, der er afgørende.

5.6. Nitrifikationshæmmere

Der har i en årrække været forskellige produkter på markedet, som kan hæmme nitrifikation af ammoniumholdige gødninger (f.eks. N-serve, Didin, DMPP). Herved mindskes både risikoen for N-udvaskning og potentialet for denitrifikation og dermed for dannelse af lattergas. I de senere år er der i Danmark gennemført en række forsøg med DMPP (handelsnavn ENTEC) tilsat handelsgødning, dog generelt uden signifikante udbyttetigninger.

5.6.1. Omfang og effekter

Virkemidlet vil umiddelbart kunne anvendes i al tildelt handelsgødningskvælstof (Olesen, 2009). Ved fuld implementering skønnes det, at nitrifikationshæmmere vil kunne mindske lattergasemissionerne fra udbringning af handelsgødning med 30 %.

Tabel 5.6.1 Konsekvensskema for anvendelse af nitrifikationshæmmere			
	Enhed	Tidspunkt	Effekt
Mængde (N/ år)	Ton	Hvert år	194.600
Mængde (N i alt)	Ton	2013-20	1.556.800
Reduktion af lattergas	Ton CO ₂ -ækv./år	Gens. 2013-20	350.280
Samlet reduktion	Ton CO ₂ -ækv./år	Gens. 2013- 20	350.280
Samlet reduktion	Ton CO ₂ -ækv.	2013-2020	2.802.240

Kilde: Egne beregninger

Konsekvenserne ved tilsætning af nitrifikationshæmmere til det samlede handelsgødningsforbrug fra 2013 fremgår af tabel 5.6.1. Ved det nuværende handelsgødningsforbrug (194.600 ton N/år) vil tilsætning af nitrifikationshæmmere reducere lattergasudledningen med 1,8 kg CO₂-ækv./kg N opgjort efter de gamle emissionsfaktorer (Olesen, 2009). Som det ses af tabel 5.6.2, svarer det til, at CO₂ udledningen reduceres med 350.280 ton CO₂-ækvivalenter pr. år.

Tabel 5.6.2 Nitrifikationshæmmere. Reduktion af CO ₂ -ækvivalenter, ton									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	NPV 2009-20
Lattergas	350.280	350.280	350.280	350.280	350.280	350.280	350.280	350.280	1.955.671

Kilde: Egne beregninger

Da nitrifikationshæmmere tilsættes til handelsgødning for at påvirke den biologiske omsætning i jorden, forudsættes det, at stofferne skal godkendes, før de må anvendes i Danmark. En nærmere vurdering af, hvad en sådan godkendelse kræver af dokumentationsmateriale, vil afhænge af hvilket stof, der er tale om, og det er vanskeligt på forhånd at sige, hvorvidt stofferne vil kunne godkendes til markedsføring i Danmark.

5.6.2. Driftsøkonomiske omkostninger

Merprisen på handelsgødningskvælstof med nitrifikationshæmmere er i størrelsesordenen 2 kr. pr. kg N (Fødevareministeriet, 2008). Som det fremgår af tabel 5.6.3, svarer de driftsøkonomiske omkostningen ved implementering af tiltaget til 1.111 kr./CO₂-ækvivalent. Lattergasemission er eksternalitet, som ikke påvirker landbrugets økonomi. Da der ikke er sikre udbytteeffekter, vil der ikke være driftsøkonomiske incitamenter til at anvende gødning med nitrifikationshæmmere.

Tabel 5.6.3 Omkostninger for landbruget ved tilsætning af nitrifikationshæmmere, mio.kr.

	Samlet mængde N i handelsgødning (ton)	Meromkostning ved tilsætning af nitrifikationshæmmere (mio. kr.)
2013	194.600	389,2
2014	194.600	389,2
2015	194.600	389,2
2016	194.600	389,2
2017	194.600	389,2
2018	194.600	389,2
2019	194.600	389,2
2020	194.600	389,2
NPV 2013-2020		2.173
Meromkostning, kr./ton CO ₂ -ækv. reduceret		1.111

Kilde: Egne beregninger

5.6.3. Afgift til implementering af tiltaget

Implementering af tiltaget vil kunne sikres ved, at der pålægges handelsgødning uden nitrifikationshæmmere en afgift, som er højere end omkostningerne ved at anvende nitrifikationshæmmere. De marginale omkostninger ved tilsætning af nitrifikationshæmmere er formentlig konstante. En afgift, der er højere end de beregnede meromkostningerne, må derfor antages at medføre omtrent 100 % implementering af tiltaget. I det følgende forudsættes der en afgift på 1.150 kr./CO₂-ækvivalent. Det skal understreges, at der er tale om et beregningseksempel. En afgift af denne størrelsesorden vil sandsynligvis ligge væsentligt over CO₂-skyggeprisen for det ikke-kvoteomfattede område, og vil derfor ikke være økonomisk relevant i praksis.

5.6.4. Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger

De velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger ved anvendelse af nitrifikationshæmmere ses i tabel 5.6.4. Som det fremgår af tabellen, udgør de velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger 1.500 kr./ton CO₂-ækv. Reduktionsomkostningerne er således langt højere end den sandsynlige CO₂-skyggepris. Virkemidlet kan derfor ikke betegnes som klimapolitisk relevant.

Tabel 5.6.4 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved anvendelse af nitrifikationshæmmere, mio. kr.

	Omkostninger	Administrations-omkostninger	Nettoomkostning	Drivhusgasreduktion 1000 ton CO ₂ -ækv.
2013	525	0,35	526	350
2014	525	-	525	350
2015	525	-	525	350
2016	525	-	525	350
2017	525	-	525	350
2018	525	-	525	350
2019	525	-	525	350
2020	525	-	525	350
Sum	4.203	0,35	4.204	2.802
NPV	2.934	0,28	2.934	1.956
Skyggepris, kr./ton CO ₂ -ækv.				1.500

Kilde: Egne beregninger

Det antages, at en afgift på 1.150 kr./CO₂-ækvivalent vil bevirke, at der bliver tilsat nitrifikationshæmmere til al kvælstofholdig handelsgødning. Derfor betales der ingen afgift til staten. Hvad administrationsomkostningerne i tabel 5.6.5 angår, regner Fødevareministeriet med, at der kun vil være initialomkostninger (Fødevareministeriet, 2009). Implementering af tiltaget vil give landbruget meromkostninger på omkring 390 mio. kr. på årsbasis.

Tabel 5.6.5 Budgetøkonomiske nettoomkostninger, mio. kr.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	NPV 2013- 2020
Stat	0,4	-	-	-	-	-	-	-	0,3
Administration	0,4	-	-	-	-	-	-	-	0,3
Landbrug	389,2	389,2	389,2	389,2	389,2	389,2	389,2	389,2	2.173
Driftsomkostninger	389,2	389,2	389,2	389,2	389,2	389,2	389,2	389,2	2.173
Afgift	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Kilde: Egne beregninger

5.6.5. Opsummering af beregningsresultaterne

Tiltaget har et betydeligt reduktionspotentiale. Det antages således, at tilsætning af nitrifikationshæmmere til al kvælstofholdig handelsgødning vil kunne reducere lattergasudledningen med 350.000 ton CO₂-ækv. pr. år. Beregningerne viser dog, at det er en dyr foranstaltning. De beregnede samfundsmæssige reduktionsomkostninger er 1.500 kr./ton CO₂-ækv. Det må antages at være væsentligt over CO₂-skyggeprisen for det ikke-kvoteomfattede område som helhed. Tiltaget kan derfor ikke betragtes som klimapolitisk relevant, medmindre der skulle indtræffe et betydeligt fald i prisen på nitrifikationshæmmere. Om et sådant prisfald vil være realistisk, har det ikke været muligt at vurdere.

Tabel 5.6.6 Opsummerende tabel, anvendelse af nitrifikationshæmmere

	Enhed	Periode	Resultat
Reduktion af drivhusgasser	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	350
Samfundsøkonomisk omkostning	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2013-2020)	1.500
Statsfinansielle omkostninger	Kr.	2013	350.000

Kilde: Egne beregninger

5.7. Dyrkning af energipil

I Landbrug og Klima (Fødevareministeriet, 2008) blev dyrkning og anvendelse af pileflis til energiproduktion analyseret som én sektor, hvor slutprodukterne var el og varme. Denne vertikale integrationsantagelse forudsætter (implicit), at transport- og opbevaringsomkostninger binder produktion og anvendelse af pileflis sammen inden for et relativt snævert geografisk område – som det f.eks. er tilfældet for anvendelse af husdyrgødning til biogas og til en vis grad for halm som brændsel i kraftvarmesektoren. Med det voksende marked for pileflis står det imidlertid klart, at pileflis i dag handles på linje med træflis/skovflis i kraftvarmesektoren (Jensen, 2009). Disse to produkter må derfor betragtes som substitutter.

Som forklaret i afs. 2.1.1 antages det, at priser i udenrigshandelen er bestemmende for prisen på skovflis og dermed også for prisniveauet på pileflis. Forbruget af træ- og pileflis til energiproduktion her i landet kan derfor ikke betragtes som bestemt af den indenlandske produktions størrelse, men af politiske målsætninger og prisforholdene inden for den vedvarende energiproduktion generelt. Tilsvarende må det antages, at den danske produktion af pileflis heller ikke vil være bestemt af efterspørgslen her i landet, men af rentabiliteten i dyrkningen – som igen vil afhænge af de internationalt bestemte prisrelationer mellem pileflis og korn samt støtteordninger og andre politisk

fastsatte produktionsbetingelser. I nærværende beregninger analyseres økonomien i piledyrkning derfor uafhængigt af anvendelsessiden.

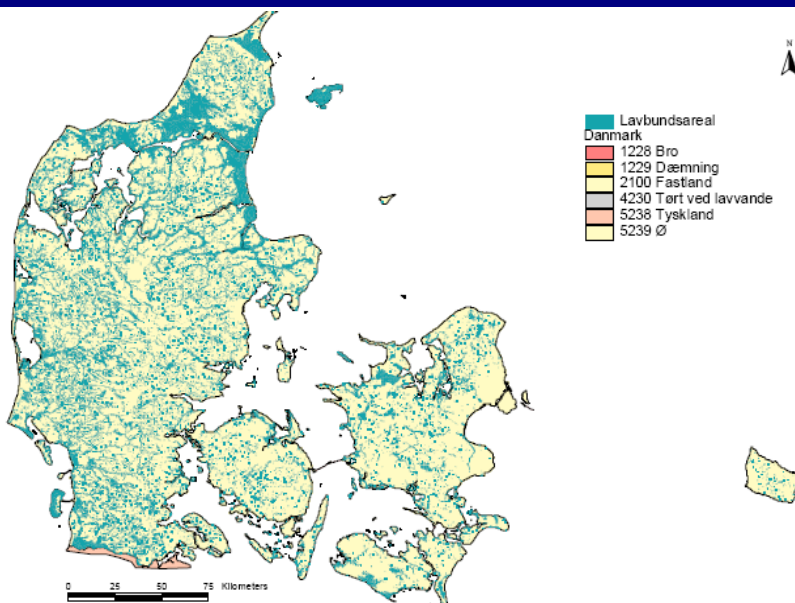
5.7.1. Dyrkningsomfang og placering

Energipil er en forholdsvis ny afgrøde i landbruget og erfaringerne med såvel dyrkning som afsætning og anvendelse er begrænsede. En pilekultur antages at have en økonomisk levetid på godt 20 år. Det er en væsentlig længere arealbinding end for landbrugsafgrøder, der almindeligvis er etårige. Tilsammen giver disse forhold en større usikkerhed omkring økonomien i energipil, end den der gælder for landbrugsafgrøder i almindelighed. På grund af den begrænsede viden om økonomien i dyrkningen og de tilknyttede usikkerheder er det ikke muligt at gennemføre adfærdsbaserede modelberegninger af det fremtidige dyrkningsomfang. De normbaserede dækningsbidragskalkuler i denne analyse tyder dog på, at energipil vil være en konkurrencedygtig afgrøde på en del jorde af relativ lav dyrkningsværdi i almindelig landbrugsproduktion. Sammen med et stigende tilplantningsomfang i de seneste år giver det grund til at forvente en væsentlig forøgelse af piledyrkningen fremover.

Det antages, at der i Danmark er ca. 100.000 hektar jord der er velegnet til dyrkning af energipil. Heraf forventes Grøn Vækst i perioden 2010-2012 at fremme dyrkningen af energipil på 30.000 hektar. Det betyder, at scenarieberegningerne i dette afsnit er baseret på en antagelse om, at der i perioden 2013-2020 etableres i alt 70.000 ha med energipil (Olesen, 2009). Det antages, at piledyrkning især vil finde sted på jorde med lav dyrkningsværdi i almindelig planteavl. I beregningerne forudsættes det således, at forøgelsen af pilearealet vil blive fordelt med 35.000 ha på hhv. sandjord og fugtige marginaljord, der tages ud af omdriften – begge tilfælde på arealer med en jordrente omkring nul.

Dækningsbidragsberegningerne for planteavl i afs. 4.6 viste, at dyrkning af sandjord ikke i almindelighed kan forventes at give en positiv jordrente. Hvad omfanget af lavbundsarealer angår, findes der omkring 670.000 ha i Danmark (Dansk Jordbrugsvidenskabelig Forskning, 1996). Flere hundrede tusinde ha lavtliggende jorder i Danmark indgår i omdriften. En stor del af dem findes i Nord- og Vestjylland (se figur 5.7.1). Selvom det ikke er muligt at sige præcis, hvor store arealer det drejer sig om, er det næppe urealistisk, at der skulle findes 35.000 ha nær den økonomiske dyrkningsgrænse inden for disse områder, dvs. arealer hvor jordrenten ligger omkring nul.

Figur 5.7.1. Lavbundsarealer i Danmark



Kilde: Dansk Jordbrugsvidenskabelig Forskning, 1996

5.7.2. Effekter på biodiversitet og landskab

Reddersen & Petersen (2004) har undersøgt den biologiske værdi af energipil som ynglehabitat for fugle i et dansk landbrugslandskab. Samlet set var territorietætheden i energipil noget højere end på dyrkede landbrugsarealer (mark). Energipil ser dog ikke ud til at udgøre en specielt attraktiv eller anderledes ynglehabitat for landbrugslandskabets fugle. Hvad artsdiversitet angår, viser undersøgelsen således, at energipil primært tiltrækker nogle af omgivelsernes mest almindelige arter. Artsrigdommen var særligt høj i løvskov og eng/mose, som også havde det største antal unikke arter, dvs. arter, der ikke fandtes i andre biotopyper (op. cit.).

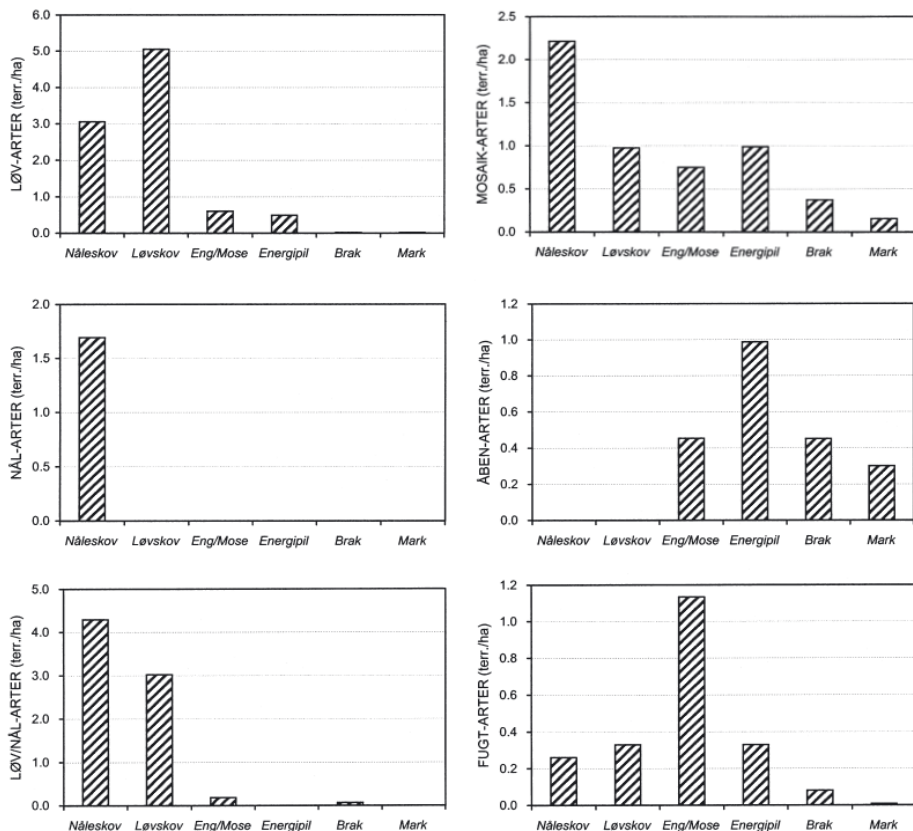
Forfatterne understreger, at undersøgelsen hviler på et spinkelt grundlag pga. energipils ret begrænsede udbredelse på undersøgelsestidspunktet. Overordnet tyder undersøgelsen dog på, at etablering af pil på landbrugsarealer i omdrift vil give en mindre forøgelse af antallet af fugle (territorietætheden), men primært af de mest almindelige arter. I forhold til almindelig landbrugsdrift kan energipil derfor betegnes som en (mindre) gevinst, hvad fuglelivet angår. Flere europæiske undersøgelser er nået frem

til lignende konklusioner (Rowe et al., 2009). Også hvad floraen, insekter og pattedyr angår, viser pil større diversitet end almindelig landbrugsdrift (op. cit.).

Som nævnt har eng/mose en væsentlig højere artsrigdom end arealer med pil. På lavbundsarealer i omdrift vil etablering af lysåbne biotoper (afgræssede enge) derfor give en større biologisk gevinst end overgang til pileydrkning (Reddersen & Petersen 2004, Rowe et al., 2009).

Pil fylder væsentligt mere i landskabet end andre afgrøder, og man kan forestille sig, at pilebevoksninger i nogle tilfælde vil blive opfattet som en negativ effekt i landskabsæstetisk henseende. Fx vil anlæggelse af pileplantager i ådale formentlig blive opfattet som en landskabsforringelse. Det er småt med kvantificerede undersøgelser af folks præferencer mht. pilebevoksninger i landskabet. En mindre svensk undersøgelse når frem til, at pilebevoksninger opfattes som et positivt element i et ensformigt landbrugslandskab, mens de i andre – fx historiske – landskaber opfattes negativt (Skärbäck & Becht, 2005). Også engelske undersøgelser tyder på, at pilebevoksninger vil blive opfattet som et positivt landskabselement i nogle sammenhænge, men et negativt i andre (Rowe et al., 2009).

Figur 5.7.2 Energipil som ynglehabitat for fugle i et dansk landbrugslandskab



Kilde: Reddersen & Petersen, 2004.

5.7.3. Miljømæssige effekter

Pil kan dyrkes med et forholdsvis lavt input af energi og gødning (Fødevareministeriet, 2008). Et skift fra korndyrkning til flerårige energiafgrøder har flere effekter på drivhusgasemissionerne. Der vil således være effekter på kvælstofanvendelse og kvælstoftab, som har konsekvenser for lattergasemissioner samt effekter på brændstofforbruget og på kulstoflagringen i jorden. Disse effekter er opsummeret i tabel 5.7.1 og tabel 5.7.2 med etablering af 70.000 ha pil ligeligt fordelt på hhv. høj sandjord og lavtliggende marginaljord.

Det antages, med udgangspunkt i kvælstofnormerne, at pil i sammenligning med korndyrkning vil føre til en reduktion i kvælstofgødskningen på 21 kg N/ha, en stigning af mængden af N i tilbageførte planterester på 6 kg N/ha, en reduktion i ammoniakfordampningen på 4 kg N/ha og et fald i kvælstofudvaskningen på 51 kg N/ha (Fødevareministeriet, 2008). Når tiltaget er fuldt implementeret i 2020 giver en giver det en udvaskningsreduktion på 3.570 ton N årligt og en reduktion i ammoniakfordampningen på 280 ton NH₃-N årligt.

Energiforbruget (i form af motorbrændstof) ved almindelig korndyrkning antages at udlede 1,10 ton CO₂-ækv./ha/år. Det kan reduceres til 0,74 ton CO₂-ækv./ha/år ved overgang til pileydrkning – svarende til en årlig besparelse på 0,37 ton CO₂/ha (Fødevareministeriet, 2008). Ved fuld implementering i 2020 giver det reducerede brændstofforbrug en nedgang i CO₂-udledningerne på 25.900 ton CO₂-ækv./år. Det er estimeret, at dyrkning af pil i forhold til almindelig korndyrkning vil øge jordens kulstofindhold svarende til en binding af 1,57 ton CO₂-ækv./ha/år – i alt 109.550 CO₂-ækv./år i 2020 (Olesen, 2009).

Tabel 5.7.1 Konsekvensskema for dyrkning af energipil på sand- og fugtig marginaljord, 70.000 ha

	Enhed	Tidspunkt	Effekt
Udtagning	Ha/år	Startår (2013)	8.750
Udtagning i alt	Ha	2013-20	70.000
Udbytte af energipil, sandjord	Ton tørstof/ha		10
Udbytte af energipil, fugtig marginaljord	Ton tørstof/ha		12
Energiindhold i pileflis	GJ/ton tørstof		16,06
Reduceret brændstofforbrug	1000 ton CO ₂ -ækv./år	2020	25,90
Reduktion af lattergas	1000 ton CO ₂ -ækv./år	2020	51,24
Kulstoflagring i jord	1000 ton CO ₂ -ækv./år	2020	109,55
Reduktion af N udvaskning	Ton/år	2020	3.570
Reduktion af ammoniakfordampning	Ton/år	2020	280
Reduktion i pesticidforbrug	Procent	2020	4,8 %

Kilde: Egne beregninger samt Olesen 2009

Det antages, at der etableres 8.750 ha energipil om året fra 2013 frem til 2020, hvor det samlede areal på 70.000 vil være nået. Tabel 5.7.2 viser de samlede konsekvenser for drivhusgasudledningerne af at etablere energipil på i alt 70.000 ha. Som tidligere nævnt indgår fortrængning af fossile brændsler ved anvendelse af pileflis ikke i beregningerne. Tabellen viser, at drivhusgasreduktionen i 2020 vil udgøre 186.690 ton CO₂-ækv. fordelt med knap 59 % på kulstoflagring i jorden, 27 % på lattergasreduktion og de resterende knap 14 % på brændstofbesparelser i landbruget. Reduceret brændstofforbrug i landbruget og mindre udledning af lattergas giver tilsammen en reduktion på 77 ton CO₂-ækv. i 2020.

Tabel 5.7.2 Reduktion i udledningen af drivhusgasser ved energipil på 70.000 ha sand- og fugtig marginaljord, ton CO₂-ækv./år									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Gens. 2013-2020
Reduceret brændstofforbrug	3.238	6.475	9.713	12.950	16.188	19.425	22.663	25.900	14.569
Lattergas	6.405	12.810	19.215	25.620	32.025	38.430	44.835	51.240	28.823
Kulstoflagring	13.694	27.388	41.081	54.775	68.469	82.163	95.856	109.550	61.622
I alt	23.336	46.673	70.009	93.345	116.681	140.018	163.354	186.690	105.013

Kilde: Egne beregninger samt Olesen 2009

Af tabel 5.7.3 fremgår det, at tiltaget vil reducere kvælstofudvaskningen med 3.570 ton i 2020 samt reducere pesticidanvendelsen på landsplan med 4,8 %. Reduktionen i kvælstofudvaskningen indgår i de velfærdsøkonomiske beregninger til den samfundsmaessige skyggepris. Det er ikke muligt at medtage værdien af reduceret pesticidanvendelse i de velfærdsøkonomiske beregninger, da et estimat for den samfundsmaessige skyggepris af pesticidreduktioner ikke er til rådighed. Herudover vil den sparede mængde motorbrændstof udgøre 25.900 ton CO₂-ækv. i år 2020, da forbruget ved dyrkning af energipil er væsentligt mindre end forbruget ved almindelig korn dyrkning.

Tabel 5.7.3 Effekt på energibesparelser, kvælstof- og pesticidreduktion ved dyrkning af energipil på 70.000 ha sand- og fugtig marginaljord.			2020
Reduceret forbrug af motorbrændstof	Mio. GJ		12,37
Reduceret forbrug af motorbrændstof	Ton CO ₂ -ækv.		25.900
Effekt på vandmiljømålsætning	Samlet reduktion af N i ton		3.570
Andre målsætninger	Reduceret pesticidanvendelse		4,80 %

Kilde: Egne beregninger

5.7.4. Afsætningsvilkår og prisforudsætninger

Markedet for pileflis er primært varmeværker og kraftvarmeværker. De nuværende erfaringer med pileflisfyring er begrænsede, og der har været en del problemer med at afbrænde flisen effektivt. HedeDanmark har indsamlet informationer fra varmeværkerne, og tilbagemeldingerne kan i hovedtræk samles til følgende problemer (Riber, 2009):

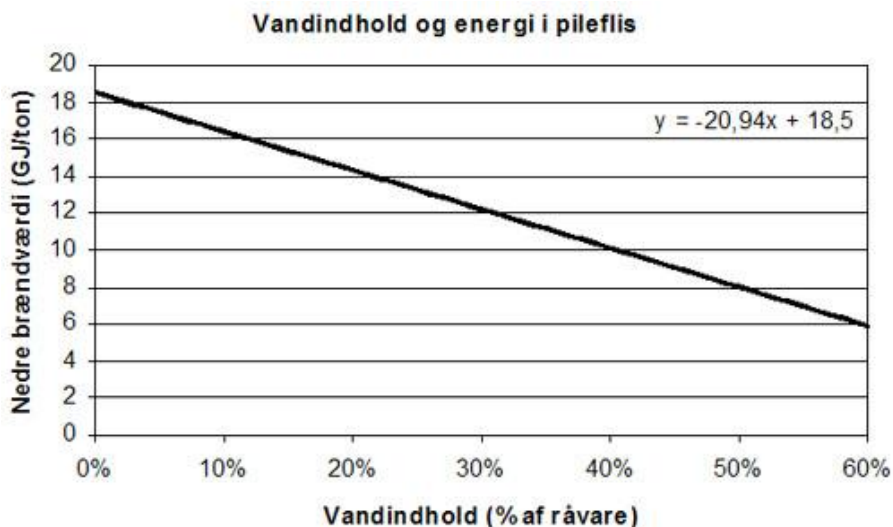
- Lav brændværdi fører til at flisen skal blandes med andre brændsler
- Højt vandindhold der dog kan løses ved tørring i stak før flisning
- Skimmelsvamp i flisen nødvendiggør fokus på arbejdsmiljøet
- Kvaliteten af flisen (neddelingen) er ofte for dårlig.

Problemerne menes at kunne løses ved en mere omhyggelig behandling af flisen, samt at fyringsanlæggene dimensioneres til formålet. At kombinere pileflis med skovflis vil også være en løsning, men den vil formentlig påvirke afregningsprisen på pileflis negativt (Larsen et al., 2008).

Pileflis afregnes i forhold til brændværdien. Vandindholdet har betydning for brændværdien og dermed prisen. Pileflis har et vandindhold på ca. 50 %, hvilket, som det kan ses på figur 5.7.3, giver en nedre brændværdi på ca. 8 GJ/ton flis (AgroTech, 2008). Ca. halvdelen er altså vand, og den resterende del er tørstof, hvilket vil sige at energiindholdet i tørstoffet er ca. 16 GJ/ton tørstof.

Energistyrelsen (2009b) opgiver prisen på træflis an værk til 47 kr./GJ i 2009 – svarende til det prisniveau, som branchen oplyser (Jensen, 2009). I nærværende beregninger antages det, at pileflis kan afsættes til en pris, der ligger ca. 10 % under prisen på træflis an værk (Riber, 2009) – svarende til 42,3 kr./GJ i 2009. Realprisen på pileflis opskrives i perioden 2013-20 svarende til den forudsatte realprisstigning på træflis i Energistyrelsen (2009b). Det resulterer i en gennemsnitspris på 46,4 kr./GJ for perioden 2013-20.

Figur 5.7.3 Sammenhæng mellem vandindhold og energi i pileflis



Kilde: Madsen & Larsen, 2008

5.7.5. Driftsøkonomien ved dyrkning af pileflis under nuværende prisrelationer

I dette afsnit analyseres driftsøkonomien ved dyrkning af energipil på forskellige jordtyper med de nuværende prisrelationer. Som grundlag for omkostningsberegningerne anvendes kalkuler fra Fødevarerministeriet (2008), der igen er baseret på Gra-versen og Gylling (2002), fremskrevet til 2009-priser.

I beregningerne forudsættes det, at energipil har en omdriftsperiode på 23 år, hvor der løbende foretages pleje og høst. En væsentlig del af udgifter går til etablering af pilekulturen i begyndelsen af perioden. Disse omkostninger dækker primært klargøring af jorden, indkøb og plantning af stiklinger samt ukrudtsbekæmpelse. Efterfølgende falder udgifterne hvert tredje år i forbindelse med høst af energipilen, hvor der påløber omkostninger til afhøstning og håndtering, transport til værk samt renholdelse og gødskning. I slutåret ryddes arealet.

Tabel 5.7.4 viser de beregnede jordrenter (=dækningsbidrag efter afholdelse af samtlige omkostninger) ved dyrkning af pileflis på fire jordtyper – dårlig sandjord, god

sandjord, fugtig marginaljord og lerjord. De årlige omkostninger og indtægter er beregnet som de annuiterede nutidsværdier af samtlige betalinger i omdriftsperioden ved en kalkulationsrente på 5 % p.a. Dyrkningsomkostninger og indtægter for en flerårig afgrøde som pil kan herved sammenlignes med dyrkningsomkostningerne for enårlige afgrøder som korn.

De årlige omkostning ved dyrkning af pil befinder sig i intervallet 5.700-6.100 kr./ha for de fire jordtyper. Der hersker stadig en vis usikkerhed om størrelsen af omkostningerne – især ifm. høst, hvor bl.a. vedligeholdelsesomkostningerne for materiellet kan være en usikkerhedsfaktor (Jørgensen, 2009). Der arbejdes med at udvikle nye høstmetoder, herunder teknologier til anvendelse på fugtig jord (op. cit.).

Udbyttet i energipil afhænger af jordtypen. Larsen og Madsen (2008) vurderer, at et minimum på 8 ton tørstof/ha/år er realistisk på de fleste jordtyper, mens 14 ton tørstof/ha/år formodentlig kun vil kunne opnås på gode jorde. Jørgensen (2009) oplyser, at det på basis af forsøg på JB4 sand ved Foulum og JB1 sand ved Jyndevad er estimeret, at det vil være muligt at høste hhv. 12 og 9 ton tørstof/ha/år på de to jordtyper. Med dagens teknologistade og vidensniveau i praksis forventes dog kun udbytter på 10 ton tørstof/ha/år på god sandjord og 7 ton på dårlig sandjord. Når dyrkningsteknikken m.m. er fuldt indarbejdet på lidt længere sigt forventes forsøgenes udbyttepotentiale på hhv. 12 og 9 ton at kunne realiseres i praksis på de to jordtyper (op. cit.). I nærværende beregninger antages det, at tørstofudbytterne (pr. ha/år) vil være 8 ton på dårlig sandjord, 10 ton på god sandjord, 12 ton på fugtig marginaljord og 14 ton på lerjord.

Tidligere kunne der opnås et tilskud til dyrkning af energiafgrøder, herunder pil, på ca. 330 kr./ha/år. Som følge af at der nu kan opnås enkeltbetalingsstøtte på arealer med energiafgrøder, bortfalder dette tilskud fra 2009 (FVM, 2009). Tilskuddet indgår derfor ikke i dækningsbidragsberegningerne.

På god sandjord er det beregnede nettoafkast/jordrenten på 950 kr./ha/år. På fugtig marginaljord er der tilsvarende beregnet et nettoafkast til jord på ca. 2.200 kr./ha/år. På dårlige sandjord med et tørstofudbytte på ca. 8 ton/ha er nettoafkastet negativt, mens et udbytte på 14 ton tørstof pr. ha på lerjord vil give et nettoafkast på ca. 3.470 kr./ha/år. Kalkuler for energipil opstillet af Larsen & Madsen (2008) samt Larsen et al. (2008) viser dækningsbidrag på et niveau, der er sammenligneligt med nærværende resultater.

Tabel 5.7.4 Jordrente for energipil ved forskellige udbyttelniveauer, 2009-priser uden realprisfremskrivning for pileflis, kr./ha/år

	Dårlig sandjord	God sandjord	Fugtig marginaljord	Lerjord
Tørstof, ton pr. ha/år	8	10	12	14
Stykomkostninger	1.728	1.728	1.728	1.728
Maskin- og arbejdsomkostninger	672	672	672	672
Høst- og transport til værk	3.352	3.450	3.552	3.640
Samlede dyrkningsomkostninger (uden jordleje)	5.752	5.850	5.952	6.054
Værdi af pileflis	5.440	6.800	8.160	9.520
Jordrente/DB, kr./ha	-313	950	2.208	3.466
DB, kr./tts	-39	95	184	248

Kilde: Egne beregninger

Hvorvidt de beregnede dækningsbidrag kan betragtes som driftsøkonomisk tilfredsstillende, afhænger af størrelsen af det opnåelige dækningsbidrag ved alternativ anvendelse af jorden. På dårlig sandjord er der ifølge beregningerne ikke noget incitament til at etablere energipil, da jordrenten er negativ. På god sandjord er den beregnede jordrente positiv, men forholdsvis beskeden. Selvom jordrenten for almindelige landbrugsafgrøder formentlig er marginalt lavere på god sandjord, er der ikke nogen væsentlig indtjeningsmargin i pileydrkning til dækning af risikoen ved den forholdsvis lange areal- og kapitalbinding. På lerjord er jordrenten ved dyrkning af alm. landbrugsafgrøder (i afs. 4.6) beregnet til mellem 1.600 og 2.400 kr./ha. Med de gældende prisrelationer i 2009 vil energipil derfor ifølge beregningerne kunne konkurrere med landbrugsafgrøder på lerjord. Som nævnt gør den lange arealbindingstid pileydrkning økonomisk mere risikabel end almindelige landbrugsafgrøder. Det virker derfor næppe sandsynligt, at der vil blive etableret pil på god kornjord i større omfang ved de nuværende prisrelationer. Fugtige marginaljorde ser ud til at repræsentere den mest attraktive mulighed for pileydrkning, men alt efter risikovillighed vil der sandsynligvis være lodsejere, som også er parate til at satse på pileydrkning på andre typer af marginaljord.

5.7.6. Driftsøkonomien ved dyrkning af energipil under forventede prisrelationer

Tabel 5.7.5 og 5.7.6 viser de driftsøkonomiske beregningsresultater for etablering af 70.000 ha energipil i perioden 2013-20 – med 35.000 ha på (god) sandjord og 35.000 ha på fugtig marginaljord. Det forudsættes, at jordrenten i alternative anvendelser er nul for begge jordtyper. Som tidligere nævnt fremskrives realprisen på pileflis i peri-

oden svarende til Energistyrelsens forudsatte realprisstigning på træflis. Dvs. fra 42,3 kr./GJ. kr./GJ i 2009 til en gennemsnitspris på 46,4 kr./GJ for perioden 2013-20.

I scenariet plantes der 4.375 ha energipil om året for hver af de to jordtyper fra 2013 og frem til 2020, hvor det samlede areal på 70.000 vil være etableret. Da den forudsatte omdriftsperiode er 23 år, vil de sidste arealer, der etableres i 2020, blive høstet og ryddet i 2043. I tabel 5.7.5 og 5.7.6 ses tidsstien for implementering og udfasning af tiltaget over perioden 2013-43 for hhv. sandjord og marginaljord. Kolonnen maskin- og driftsomkostninger omfatter de samlede maskin-, arbejds-, høst- og transportomkostninger i tabel 5.7.4 ovenfor.

Som det fremgår af tabellerne, viser beregningerne et driftsøkonomisk overskud ved dyrkning af pileflis på både god sandjord og fugtig marginaljord. Sandjordsscenariet viser et kapitaliseret nettoafkast på 693 mio. kr. for hele forløbet 2013-43, mens marginaljordsscenariet har et kapitaliseret nettoafkast på 1.169 mio. kr.

Tabel 5.7.5 Budgetøkonomisk opgørelse af driftsøkonomien i dyrkning af pileflis på 35.000 ha god sandjord (10 ton tørstof pr. ha), mio. kr.

År	Samlet Udtagning Ha	Stykomk.	Maskin- og driftsomk.	Salg af pileflis	Driftsøkonomisk nettoomkostning
2013	4.375	0,7	2,9	-	3,6
2014	8.750	41,3	20,5	-	61,8
2015	13.125	53,9	53,2	64,6	42,6
2016	17.500	53,9	53,2	65,0	42,2
2017	21.875	53,9	53,2	65,6	41,6
2018	26.250	66,6	101,1	165,4	2,3
2019	30.625	66,6	101,1	166,9	0,8
2020	35.000	66,6	101,1	168,4	-0,7
2021	35.000	78,6	146,0	271,9	-47,2
2022	35.000	38,0	128,5	274,1	-107,6
2023	35.000	25,3	95,7	207,3	-86,2
2024	35.000	38,0	143,6	313,4	-131,9
2025	35.000	38,0	143,6	316,0	-134,4
2026	35.000	25,3	95,7	212,4	-91,4
2027	35.000	38,0	143,6	321,2	-139,7
2028	35.000	38,0	143,6	323,9	-142,3
2029	35.000	25,3	95,7	217,7	-96,6
2030	35.000	38,0	143,6	329,2	-147,7
2031	35.000	38,0	143,6	329,2	-147,7
2032	35.000	25,3	95,7	219,5	-98,4
2033	35.000	38,0	143,6	329,2	-147,7
2034	35.000	38,0	143,6	329,2	-147,7
2035	35.000	25,3	95,7	219,5	-98,4
2036	35.000	38,0	162,5	329,2	-128,7
2037	30.625	38,0	162,5	329,2	-128,7
2038	26.250	25,3	114,7	219,5	-79,5
2039	21.875	25,3	114,7	219,5	-79,5
2040	17.500	25,3	114,7	219,5	-79,5
2041	13.125	12,7	66,8	109,7	-30,3
2042	8.750	12,7	66,8	109,7	-30,3
2043	4.375	12,7	66,8	109,7	-30,3
NPV 2009-2043		545	1.296	2.533	-693
NPV kr./ton tørstof		173	412	805	-220

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.7.6 Budgetøkonomisk opgørelse af driftsøkonomien i dyrkning af pileflis på 35.000 ha fugtig marginaljord (12 ton tørstof pr. ha), mio. kr.

År	Samlet udtagning ha	Stykomk.	Maskin- og driftsomk.	Salg af pileflis	Driftsøkonomisk nettoomkostning
2013	4.375	0,7	2,9	-	3,6
2014	8.750	41,3	20,5	-	61,8
2015	13.125	53,9	59,3	77,5	35,7
2016	17.500	53,9	59,3	78,0	35,2
2017	21.875	53,9	59,3	78,7	34,5
2018	26.250	66,6	107,1	198,5	-24,8
2019	30.625	66,6	107,1	200,3	-26,5
2020	35.000	66,6	107,1	202,1	-28,3
2021	35.000	78,6	152,1	326,3	-95,5
2022	35.000	38,0	134,5	328,9	-156,4
2023	35.000	25,3	95,7	248,7	-127,7
2024	35.000	38,0	143,6	376,1	-194,5
2025	35.000	38,0	143,6	379,2	-197,6
2026	35.000	25,3	95,7	254,9	-133,8
2027	35.000	38,0	143,6	385,5	-203,9
2028	35.000	38,0	143,6	388,7	-207,1
2029	35.000	25,3	95,7	261,2	-140,2
2030	35.000	38,0	143,6	395,1	-213,5
2031	35.000	38,0	143,6	395,1	-213,5
2032	35.000	25,3	95,7	263,4	-142,3
2033	35.000	38,0	143,6	395,1	-213,5
2034	35.000	38,0	143,6	395,1	-213,5
2035	35.000	25,3	95,7	263,4	-142,3
2036	35.000	38,0	162,5	395,1	-194,6
2037	30.625	38,0	162,5	395,1	-194,6
2038	26.250	25,3	114,7	263,4	-123,4
2039	21.875	25,3	114,7	263,4	-123,4
2040	17.500	25,3	114,7	263,4	-123,4
2041	13.125	12,7	66,8	131,7	-52,2
2042	8.750	12,7	66,8	131,7	-52,2
2043	4.375	12,7	66,8	131,7	-52,2
NPV 2009-2043		545	1.326	3.040	-1.169
NPV kr./ton tørstof		144	351	805	-310

Kilde: Egne beregninger

Som det ses af tabel 5.7.5 og 5.7.6, er der en nettogevinst ved dyrkning og salg af energipil på 220 kr./ton tørstof på sandjord og 310 kr./ton tørstof på marginaljord. Dette svarer til en jordrente på hhv. 2.200 kr./ha på sandjord og 3.720 kr./ha på marginaljord. Det er væsentligt højere end de beregnede jordrenter i tabel 5.7.4, hvilket skyldes, at der i denne beregning køres med en fast afregningspris på pileflis svarende til 2009-prisen (=42,33 kr./GJ). Den forudsatte realprisstigning på pileflis giver altså en markant forbedring af indtjeningen.

5.7.7. Implementeringsinstrument og Grøn Vækst-aftalen

Overførsel af omdriftsarealer til piledyrkning er forbundet med positive eksternaliteter/reducerede negative eksternaliteter i form af kulstofopbygning i jorden samt reduceret kvælstofudvaskning og lavere pesticidforbrug. Dermed er der en velfærdsøkonomisk begrundelse for anvendelse af politiske styringsmidler i relation til dyrkning af pil – f.eks. i form af et tilskud til etablering.

De driftsøkonomiske beregninger tyder som sagt på, at det vil være privatøkonomisk fordelagtigt at etablere energipil på arealer med lav landbrugsmæssig dyrkningsværdi. Lang arealbindingsperiode og et forholdsvis uudviklet marked for pileflis betyder dog, at etablering af energipil kan opfattes som mere usikker end almindelige landbrugsdrift. Der eksisterer ikke et modelleringsgrundlag til beskrivelse af disse to modsatte tendensers betydning for den økonomiske adfærd i relation til etablering af energipil. Derfor er det heller ikke muligt at beregne, hvilken tilskudssats det ville kræve at opnå et givet etableringsomfang.

Grøn Vækst-aftalen indeholder initiativer til fremme af produktionen af flerårige energiafgrøder, herunder tilskud til etablering (Grøn Vækst, 2009). Aftalen indebærer, at etablering af pil vil modtage et tilskud på 40 % af etableringsomkostningerne frem til 2012. Det drejer sig nærmere betegnet om en tidsbegrænset tilskudspulje på 32 mio. kr. årligt i perioden 2010-2012 svarende til i alt 96 mio. kr. Inden for denne ramme vil der kunne ydes engangstilskud i forbindelse med etablering af i alt 30.000 ha flerårige energiafgrøder i perioden 2010-2012. Tilskuddet gives kun til arealer i almindelig omdrift, hvor tilplantningen giver stor kvælstofreduktion, og hvor arealet er beliggende, så kvælstofreduktionseffekten kan indgå i opfyldelsen af Vandrammedirektivet (de såkaldte V1- og V2-områder). Derudover vil der blive mulighed for at foretage straksafskrivning af etableringsomkostningerne. Da en pilebevoksning må antages at være produktiv over en længere årrække, indeholder adgang til straksafskrivning af etableringsomkostningerne et tilskudselement – svarende til et rentefrit lån af samme størrelse som fradragets skattemæssige værdi i den periode, hvor pilebevoksningen er fuldt produktiv.

Den økonomiske støtte til energipil i Grøn Vækst-aftalen kan begrundes ud fra en *infant industry*-betragtning. Grøn Vækst-initiativet kan være medvirkende til at øge piledyrkningens omfang til et niveau, hvor de nuværende barrierer i form af usikkerhed om omkostnings- og afsætningsforhold vil være afviklet. På den baggrund er der næppe grundlag for at foreslå fortsat tilskudsgivning i perioden 2013-20, hvor pile-

dyrkning må antages at kunne konkurrere med øvrige afgrøder på almindelige markedsvilkår.

Om tilskuddet til etablering af energipil skal fortsætte, er naturligvis en politisk afgørelse. Nærværende beregninger indeholder ikke skøn over en mulig tilskudssats i perioden 2013-20. Plantedirektoratet har dog med bidrag fra Fødevarerhverv og SKAT udarbejdet overslag over de administrative omkostninger forbundet med en tilskudsordning til pileflis (Fødevarerministeriet, 2009). Som det fremgår af tabel 5.7.7, forventes det, at en evt. tilskudsordning vil indebære initialomkostninger på 2,1 mio.kr. og årlige administrative driftsomkostninger på 3,4 mio. kr.

Tabel 5.7.7 Budgetøkonomiske administrationsomkostninger for tilskudsordning, mio. kr.		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Stat	Administration i alt	5,50	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
	Initialomkostninger	2,10	-	-	-	-	-	-	-
	Driftsomkostninger	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40

Kilde: Egne beregninger

5.7.8. Samfundsøkonomiske reduktionsomkostninger ved dyrkning af pileflis

Det positive afkast ved pileyndyrkning betyder, sammen med de positive sideeffekter, at reduktionsomkostningerne bliver negative ved produktion af pileflis. For god sandjord viser beregningerne i tabel 5.7.8 således et velfærdsøkonomisk overskud på mellem 950 og knap 4.000 kr. pr. ton CO₂-ækv. afhængig af kulstofbinding og sidegevinster. De tilsvarende tal for fugtig marginaljord i tabel 5.7.9 er hhv. 1.600 og 5.600 kr. i velfærdsøkonomisk overskud pr. CO₂-ækv. I tabel 5.7.10 ses beregninger for det samlede scenarie med etablering af energipil på 70.000 ha. Det giver negative reduktionsomkostning i intervallet 1.300 til knap 4.800 kr./ton CO₂-ækv.

Tabel 5.7.8 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved dyrkning af energipil på sandjord (10 ton tørstof pr. ha), 35.000 ha, mio. kr.									
	Omkostninger				Indtægter		Sideeffekter		Drivhusgasreduk. 1000 ton CO ₂ -ækv.
	Styk- omk.	Maskin- og driftsomk.	Adm. omk.	Salg af pileflis	N- re- duk.	Ammoniak- reduk.	Netto- omk.	Uden kulstof- lagring	Med kulstof- lagring
2013	1	4	3,7	-	7	0,9	0,7	4,8	12
2014	56	28	2,3	-	14	1,8	70	10	23
2015	73	72	2,3	87	21	2,8	36	15	35
2016	73	72	2,3	88	28	3,7	28	19	47
2017	73	72	2,3	89	35	4,6	19	24	58

Tabel 5.7.8 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved dyrkning af energipil på sandjord (10 ton tørstof pr. ha), 35.000 ha, mio. kr.

	Omkostninger				Indtægter		Sideeffekter		Drivhusgasreduk. 1000 ton CO ₂ -ækv.	
	Styk- omk.	Maskin- og driftsomk.	Adm. omk.	Salg af pileflis	N- re- duk.	Ammoniak- reduk.	Netto- omk.	Uden kulstof- lagring	Med kulstof- lagring	
2018	90	137	2,3	223	42	5,5	-42	29	70	
2019	90	137	2,3	225	49	6,4	-52	34	82	
2020	90	137	2,3	227	55	7,4	-61	39	93	
2021	106	197	2,3	367	55	7,4	-124	39	93	
2022	51	173	2,3	370	55	7,4	-206	39	93	
2023	34	129	2,3	280	55	7,4	-177	39	93	
2024	51	194	2,3	423	55	7,4	-239	39	93	
2025	51	194	2,3	427	55	7,4	-242	39	93	
2026	34	129	2,3	287	55	7,4	-184	39	93	
2027	51	194	2,3	434	55	7,4	-249	39	93	
2028	51	194	2,3	437	55	7,4	-253	39	93	
2029	34	129	2,3	294	55	7,4	-191	39	93	
2030	51	194	2,3	445	55	7,4	-260	39	93	
2031	51	194	2,3	445	55	7,4	-260	39	93	
2032	34	129	2,3	296	55	7,4	-193	39	93	
2033	51	194	2,3	445	55	7,4	-260	39	93	
2034	51	194	2,3	445	55	7,4	-260	39	93	
2035	34	129	2,3	296	55	7,4	-193	39	93	
2036	51	219	2,3	445	55	7,4	-234	39	93	
2037	51	219	2,3	445	49	6,4	-226	34	82	
2038	34	155	2,3	296	42	5,5	-152	29	70	
2039	34	155	2,3	296	35	4,6	-144	24	58	
2040	34	155	2,3	296	28	3,7	-136	19	47	
2041	17	90	2,3	148	21	2,8	-62	15	35	
2042	17	90	2,3	148	14	1,8	-54	10	23	
2043	17,1	90,2	2,3	148	7	0,9	-46	5	12	
NPV	735	1.749	32	3.420	560	75	-1.539	390	944	
2009-2043										
NPV Skyggepris med værdi af sidegevinster, kr./ton CO ₂ -ækv.								-3.945	-1.630	
NPV Skyggepris uden værdi af sidegevinster, kr./ton CO ₂ -ækv.								-2.317	-957	

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.7.9 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved dyrkning af energipil på fugtig marginaljord (12 ton tørstof pr. ha), 35.000 ha, mio. kr.

	Omkostninger			Indtægter Salg af pileflis	Sideeffekter		Netto- omk.	Drivhusgasreduk. 1000 ton CO ₂ -ækv.	
	Styk- omk.	Maskin- og driftsomk.	Adm. omk.		N- reduk.	Ammo- niakreduk.		Uden kulstof- lagring	Med kulstof- lagring
2013	1	4	3,7	-	7	0,9	0,7	4,8	12
2014	56	28	2,3	-	14	1,8	70	10	23
2015	73	80	2,3	105	21	2,8	27	15	35
2016	73	80	2,3	105	28	3,7	18	19	47
2017	73	80	2,3	106	35	4,6	10	24	58
2018	90	145	2,3	268	42	5,5	-78	29	70
2019	90	145	2,3	270	49	6,4	-89	34	82
2020	90	145	2,3	273	55	7,4	-99	39	93
2021	106	205	2,3	440	55	7,4	-190	39	93
2022	51	182	2,3	444	55	7,4	-272	39	93
2023	34	129	2,3	336	55	7,4	-233	39	93
2024	51	194	2,3	508	55	7,4	-323	39	93
2025	51	194	2,3	512	55	7,4	-327	39	93
2026	34	129	2,3	344	55	7,4	-241	39	93
2027	51	194	2,3	520	55	7,4	-336	39	93
2028	51	194	2,3	525	55	7,4	-340	39	93
2029	34	129	2,3	353	55	7,4	-250	39	93
2030	51	194	2,3	533	55	7,4	-349	39	93
2031	51	194	2,3	533	55	7,4	-349	39	93
2032	34	129	2,3	356	55	7,4	-253	39	93
2033	51	194	2,3	533	55	7,4	-349	39	93
2034	51	194	2,3	533	55	7,4	-349	39	93
2035	34	129	2,3	356	55	7,4	-253	39	93
2036	51	219	2,3	533	55	7,4	-323	39	93
2037	51	219	2,3	533	49	6,4	-315	34	82
2038	34	155	2,3	356	42	5,5	-211	29	70
2039	34	155	2,3	356	35	4,6	-204	24	58
2040	34	155	2,3	356	28	3,7	-196	19	47
2041	17	90	2,3	178	21	2,8	-92	15	35
2042	17	90	2,3	178	14	1,8	-84	10	23
2043	17	90	2,3	178	7	0,9	-76	5	12
NPV	735	1790	32,1	4.104	560	74,5	-2.181	390	944
2009-2043									
NPV Skyggepris med værdi af sidegevinster, kr./ton CO ₂ -ækv.								-5.593	-2.311
NPV Skyggepris uden værdi af sidegevinster, kr./ton CO ₂ -ækv.								-3.965	-1.638

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.7.10 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved dyrkning af energipil på sand- og fugtig marginaljord, 70.000 ha, mio. kr.

	Omkostninger			Indtægter	Sideeffekter			Drivhusgasreduk. 1000 ton CO ₂ -ækv.	
	Styk- omk.	Maskin- og driftsomk.	Adm. omk.	Salg af pileflis	N- re- duk.	Ammoniak- reduk.	Netto- omk.	Uden kul- stoflagring	Med kulstof- lagring
2013	2	8	7,4	-	14	1,8	1,4	10	23
2014	112	55	4,6	-	28	3,7	140	19	47
2015	146	152	4,6	192	42	5,5	63	29	70
2016	146	152	4,6	193	55	7,4	46	39	93
2017	146	152	4,6	195	69	9,2	29	48	117
2018	180	281	4,6	491	83	11	-120	58	140
2019	180	281	4,6	496	97	13	-140	68	163
2020	180	281	4,6	500	111	15	-160	77	187
2021	212	403	4,6	808	111	15	-314	77	187
2022	103	355	4,6	814	111	15	-477	77	187
2023	68	258	4,6	616	111	15	-410	77	187
2024	103	388	4,6	931	111	15	-562	77	187
2025	103	388	4,6	939	111	15	-569	77	187
2026	68	258	4,6	631	111	15	-425	77	187
2027	103	388	4,6	954	111	15	-585	77	187
2028	103	388	4,6	962	111	15	-593	77	187
2029	68	258	4,6	647	111	15	-441	77	187
2030	103	388	4,6	978	111	15	-609	77	187
2031	103	388	4,6	978	111	15	-609	77	187
2032	68	258	4,6	652	111	15	-446	77	187
2033	103	388	4,6	978	111	15	-609	77	187
2034	103	388	4,6	978	111	15	-609	77	187
2035	68	258	4,6	652	111	15	-446	77	187
2036	103	439	4,6	978	111	15	-558	77	187
2037	103	439	4,6	978	97	13	-542	68	163
2038	68	310	4,6	652	83	11	-364	58	140
2039	68	310	4,6	652	69	9	-348	48	117
2040	68	310	4,6	652	55	7	-332	39	93
2041	34	180	4,6	326	42	6	-154	29	70
2042	34	180	4,6	326	28	4	-138	19	47
2043	34	180	4,6	326	14	2	-123	10	23
NPV	1.471	3.539	64,0	7.524	1.121	149	-3.720	780	1.888
2009-2043									
NPV Skyggepris med værdi af sidegevinster, kr./ton CO ₂ -ækv.								-4.769	-1.971
NPV Skyggepris uden værdi af sidegevinster, kr./ton CO ₂ -ækv.								-3.141	-1.298

Kilde: Egne beregninger

5.7.9. Opsummering af beregningsresultater

Scenarieregningerne forudsætter, at der i perioden 2013-2020 etableres i alt 70.000 ha energipil på jorde med lav dyrkningsværdi – hhv. god sandjord og fugtige marginaljorde – og med en jordrente omkring nul ved dyrkning af almindelige landbrugsafgrøder. Ved de nuværende prisrelationer viser de driftsøkonomiske beregninger en jordrente på 950 kr./ha/år på god sandjord og 2.200 kr./ha/år på fugtig marginaljord. For god sandjord er dette afkast muligvis for lavt til dækning af risikoen ved den for-

holdsvis lange areal- og kapitalbinding ifm. pileydyrkning. Fugtig marginaljord ser ud til at repræsentere den mest attraktive mulighed for energipil. Den forudsatte realprisstigning på pileflis frem til 2020 øger jordrenten til 2.200 kr./ha på god sandjord og 3.720 kr./ha på fugtig marginaljord. Det må betragtes som et attraktivt afkast for de pågældende jordtyper, men det er naturligvis usikkert, om de (af Energistyrelsen) forventede realprisstigninger på energi vil finde sted.

Tabel 5.7.11 opsummerer de velfærdsøkonomiske beregningsresultater. Fuldt implementeret i 2020 vil tiltaget give en drivhusgasreduktionen på 186.690 ton CO₂-ækv./år. Det positive afkast i pileydyrkning betyder sammen med de positive sideeffekter, at de velfærdøkonomiske reduktionsomkostninger bliver negative for energipil – dvs. at implementering af virkemidlet giver en velfærdsøkonomisk gevinst. Etablering af energipil på jorde af lav landbrugsmæssig værdi vurderes derfor som et relevant klimapolitisk tiltag.

Tabel 5.7.11 Opsummering. Energipil på sand- og fugtig marginaljord (vægtet gennemsnit af omkostninger), 70.000 ha

	Enhed	Periode	Uden kulstoflagring	Med kulstoflagring
Reduktion af drivhusgasser	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	77	187
Samfundsøkonomisk om- kostning, inkl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV 2009- 2043	-4.769	-1.971
Samfundsøkonomisk om- kostning, ekskl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV 2009- 2043	-3.141	-1.298

Kilde: Egne beregninger

Grøn Vækst-aftalen indeholder initiativer til fremme af produktionen af flerårige energiafgrøder. Aftalen indebærer bl.a., at etablering af pil vil modtage et tilskud på 40 % af etableringsomkostningerne frem til 2012. Grøn Vækst-initiativet kan være medvirkende til at øge pileydyrkningens omfang til et niveau, hvor de nuværende barrierer i form af usikkerhed om afsætningsforhold mv. vil blive afviklet. På den baggrund er der næppe økonomiske begrundelser for at foreslå fortsat tilskudsgivning i perioden 2013-20, hvor pileydyrkning må antages at kunne konkurrere med øvrige afgrøder på almindelige markedsvilkår.

5.8. Efterafgrøder

Efterafgrøder er plantevækst (som regel græs, olieræddike el. lignede), der dækker jorden efter kornhøst i sensommeren og efterårsperioden. Som miljøforanstaltning dyrkes efterafgrøder med det formål at opsamle kvælstof og kulstof. En efterafgrøde

kan etableres som udlæg i kornet eller sås efter høst. Det vurderes, at de to metoder benyttes i forholdet 6:1 (Fødevareministeriet, 2008). Efterafgrøden nedmuldes i forbindelse med klargøring af jorden til den efterfølgende vårafgrøde. Virkemidlet er således kun relevant i sædskifter med vårafgrøder. Beregningerne omfatter kun etablering af efterafgrøder i sædskifter, hvor det kan ske uden reduktion af vintersædsandelen eller andre omkostningsforøgende ændringer af afgrødesammensætningen.

5.8.1. Omfang og effekter

Potentialet for et øget areal med efterafgrøder er i Fødevareministeriet (2008) anslået til ca. 400.000 ha, når der tages hensyn til at udvikling af bedre teknologier vil gøre det realistisk at etablere efterafgrøder på et større areal (Olesen, 2009). I Grøn Vækst-aftalen indgår yderligere målrettede efterafgrøder på 140.000 ha. Set i forhold til potentialeskønnet på i alt 400.000 ha frem til 2020 giver det et restpotentiale på 260.000 ha i nærværende analyse. Det antages, at der kan ske fuld implementering af tiltaget fra 2013. Implementeringen forudsættes at ske ved regelstyring med faste krav til størrelsen af efterafgrødearealet for forskellige bedriftstyper. Det antages at de 260.000 ha vil være ligeligt fordelt mellem sand- og lerjord (Olesen, 2009).

Den beregnede drivhusgasreduktion ved etablering af efterafgrøder ses i tabel 5.8.1. Efterafgrøder vurderes at give et årligt nettobidrag til jordens kulstofpulje på 200 kg C/ha – svarende til 0,7 ton CO₂-ækv./ha på såvel sand- som lerjord (Fødevareministeriet, 2008). Dertil kommer en reduktion i lattergasemissionerne på i størrelsesordenen 0,07-0,2 ton CO₂-ækv./ha for hhv. sand- og lerjord (op. cit.).¹² For 260.000 ha efterafgrøder svarer den samlede emissionsreduktion til ca. 230.000 ton CO₂-ækv./år. Da det er kulstoflagringen i jord, der bærer den største del af reduktionspotentialet, må tiltaget betragtes som klimapolitisk irrelevant, hvis kulstoflagring i jord ikke kan medregnes som bidrag til målopfyldelsen. Derfor opgøres effekter og omkostninger alene inklusive kulstoflagring.

¹² Ved anvendelse af de nye emissionsaktorer optræder der en lille forøgelse i udledningen af lattergas ved etablering af efterafgrøder (Fødevareministeriet, 2008).

Tabel 5.8.1 Effekt af efterafgrøder på sand- og lerjord. Reduktion af drivhusgasser, 1000 tons CO₂-ækv. pr. år

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Gens. 2013-2020
Sandjord (130.000 ha)									
Lattergas	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
Kulstoflagring i jord	95,3	95,3	95,3	95,3	95,3	95,3	95,3	95,3	95,3
I alt sandjord	104,8	104,8	104,8	104,8	104,8	104,8	104,8	104,8	104,8
Lerjord (130.000 ha)									
Lattergas	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3
Kulstoflagring i jord	95,3	95,3	95,3	95,3	95,3	95,3	95,3	95,3	95,3
I alt lerjord	124,5	124,5	124,5	124,5	124,5	124,5	124,5	124,5	124,5
Samlet sand- og lerjord (260.000 ha)	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3

Kilde: Fødevareministeriet, 2008

Ud over kulstoflagring har efterafgrøder en positiv miljøeffekt i form af reduceret kvælstofudvaskning. På bedrifter med under 0,8 dyreenheder/ha vil der på nedbørsrig sandjord være en udvaskningsreduktion til ca. 37 kg N/ha, mens der på nedbørsfattig lerjord er tale om 12 kg N/ha (Fødevareministeriet, 2008). Den samlede beregnede effekt af tiltaget fremgår af tabel 5.8.2. På årsbasis forventes etablering af 260.000 ha efterafgrøder at reducere udvaskningen med 6.370 ton N, hvor sandjorden tegner sig for tre fjerdele af reduktionen.

Det antages, at nedgangen i kvælstofudvaskning reducerer kvælstofgødningsbehovet med ca. 50 % af udvaskningsreduktionen. Under de givne forudsætninger vil det give gødningsbesparelser i størrelsesordenen 6 og 18,5 kg N/ha for hhv. lerjord og sandjord. Gødningsbesparelsen indgår i de driftsøkonomiske såvel som de samfundsøkonomiske beregninger. Udvasningsreduktionen er derimod en eksternalitet, som kun indgår i de samfundsøkonomiske beregninger.

Tabel 5.8.1 Effekt af efterafgrøder på sand- og lerjord. Reduktion af drivhusgasser, 1000 tons CO₂-ækv. pr. år

		Sandjord 130.000 ha	Lerjord 130.000 ha	Samlet 260.000 ha
Udvaskningsreduktion pr. år	Ton N	4.810	1.560	6.370
Samlet udvaskningsreduktion, 2013-2020	Ton N	38.480	12.480	50.960

Kilde: Olesen (2009)

5.8.2. Driftsøkonomiske omkostninger

I tabel 5.8.3 viser de beregnede driftsøkonomiske omkostninger pr. ha ved etablering af efterafgrøder på bedrifter med under 0,8 dyreenheder/ha. Efterafgrøder kan etableres i en stående afgrøde ved spredning af frø med gødningsspreder eller sås på den efterfølgende stubmark. Der er fordele og ulemper ved begge metoder som i høj grad afhænger af vejrforholdene. De to metoder forventes anvendt i forholdet 6:1. Etableringsomkostningerne er opgjort til 648 kr./ha uanset jordtype, mens gødningsbesparelsen for hhv. lerjord og sandjord er beregnet til 48 og 148 kr./ha. De samlede driftsøkonomiske nettoomkostninger bliver dermed 600 kr./ha på lerjord og 500 kr. pr. ha på sandjord. På bedrifter med høj husdyrtæthed (over 0,8 dyreenheder/ha) vil omkostningerne være omkring 50 kr. lavere pr. ha pga. større gødningsbesparelse.

Tabel 5.8.3 Driftsøkonomiske omkostninger ved etablering af efterafgrøder på sand- og lerjord, kr./ha.

		Driftsøkonomisk		
		Pris	Sand	Ler
Udsæd: Sildig rajgræs	20 kg/ha	23	460	460
Selvstændig etablering				
Såning	1 beh.	275	275	275
Harvning	1 beh.	140	140	140
Udlæg i korn				
Gødningsspreder	1 beh.	150	150	150
Gennemsnitlig omkostning, forhold 1:6	kr./ha		648	648
Ændret tilførsel af kvælstof næste år, ler	-6 kg	8,0		-48
Ændret tilførsel af kvælstof næste år, sand	-18,5 kg	8,0	-148	
Samlede nettoomkostninger ved etablering af efterafgrøder	kr./ha		500	600

Kilde: Egne beregninger på grundlag af Budgetkalkuler 2009.

I tabel 5.8.4 ses de samlede driftsøkonomiske omkostninger ved implementering af tiltaget. For landbruget som helhed vil etablering af 260.000 ha efterafgrøder medføre nettoomkostninger på 143 mio. kr. om året.

Tabel 5.8.4 Driftsøkonomiske omkostninger ved etablering af 260.000 ha efterafgrøder

	Driftsøkonomiske nettoomkostninger, mio. kr./år		
	Sandjord 130.000 ha	Lerjord 130.000 ha	I alt 260.000 ha
2013	65	78	143
2014	65	78	143
2015	65	78	143
2016	65	78	143
2017	65	78	143
2018	65	78	143
2019	65	78	143
2020	65	78	143
NPV 2009-2020	807	968	1.775

Kilde: Egne beregninger

Som tidligere omtalt viser dækningsbidragsberegningerne for planteavl, at jordrenten skulle være negativ på sandjord – bortset fra perioder med ekstraordinært høje afgrødepriser. Krav om øget etablering af efterafgrøder kunne derfor umiddelbart forventes at ville føre til opgivelse af jorder, som ligger tæt på dyrkningsgrænsen – medmindre der er behov for jorden til opfyldelse af harmonikrav i husdyrproduktionen. Selvom standardkalkuler viser, at dyrkning af sandjord typisk har givet en negativ jordrente, har der ikke kunnet iagttages marginaliseringstendenser i større omfang. På den baggrund er det ikke muligt at forudsige marginaliseringseffekten af øgede krav om etablering af efterafgrøder. Det virker dog sandsynligt, at implementering af tiltaget vil have en marginaliseringseffekt, men den vil formentlig være beskednen.

5.8.3. Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger

Udover driftsomkostningerne er der i de velfærdsøkonomiske beregninger medregnet administrations- og kontrolomkostninger samt værdien af reduceret N-udvaskning – med en samfundsmæssig skyggepris på godt 23 kr./kg N. Udvaskningsreduktionen vurderes som tidligere nævnt til ca. 37 kg N/ha fra rodzonen på sandjord og 12 kg N/ha fra rodzonen på lerjord. I tabel 5.8.5 og 5.8.6 ses de beregnede velfærdsøkonomiske omkostninger ved etablering af efterafgrøder hhv. sand- og lerjord. På sandjord, hvor udvaskningsreduktionen af kvælstof er højere end på lerjord og driftsomkostningerne lavere, er der en velfærdsøkonomisk gevinst på 61 mio. kr./år, hvilket fremgår af tabel 5.8.5. Som det fremgår af tabel 5.8.6, er de samfundsmæssige nettoomkostningerne ved etablering af efterafgrøder på lerjord derimod 58 mio. kr./år, grundet højere etableringsomkostninger og lavere udvaskningsreduktion af kvælstof.

På lerjord, hvor nettoomkostningerne er størst, er CO₂-skyggeprisen hhv. kr. knap 462 og knap 845 kr./ton CO₂-ækv. med og uden sideeffekter. På sandjord er der derimod en velfærdsøkonomisk gevinst på 582 kr./ton CO₂-ækv., når man medregner sideeffekterne i form af reduceret kvælstofudvaskning. Indregnes denne sideeffekter ikke, er reduktionsomkostningen 837 kr./ton CO₂-ækv. Som tidligere nævnt, giver det ikke mening at inddrage reduktionsomkostningerne uden kulstofbinding i jorden, da der i så fald vil være en (marginalt) forøget udledning af drivhusgasser. Efterafgrøder kan således kun betragtes som et klimapolitisk relevant tiltag i forhold til EU's klima- og energipakke, hvis kulstoflagring i jorden kan medregnes i CO₂-balancen.

Tabel 5.8.5 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved dyrkning af efterafgrøder på 130.000 ha sandjord, mio. kr.

	Samfundsøkonomiske omkostninger	Administrationsomk.	Værdi af N-reduktion	Nettoomkostninger	Drivhusgasreduk., med kulstoflagring, 1000 ton CO ₂ -ækv.
2013	88	0,68	149	-61	105
2014	88	0,68	149	-61	105
2015	88	0,68	149	-61	105
2016	88	0,68	149	-61	105
2017	88	0,68	149	-61	105
2018	88	0,68	149	-61	105
2019	88	0,68	149	-61	105
2020	88	0,68	149	-61	105
NPV 2009-2038	1.089	8,38	1.855	-757	1.301
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.					-582
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.					837

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.8.6 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved dyrkning af efterafgrøder på 130.000 ha lerjord, mio. kr.

	Samfundsøkonomiske omkostninger	Administrationsomk.	Værdi af N-reduktion	Nettoomkostninger	Drivhusgasreduk., med kulstoflagring, 1000 ton CO ₂ -ækv.
2013	105	0,68	48	58	125
2014	105	0,68	48	58	125
2015	105	0,68	48	58	125
2016	105	0,68	48	58	125
2017	105	0,68	48	58	125
2018	105	0,68	48	58	125
2019	105	0,68	48	58	125
2020	105	0,68	48	58	125
NPV 2009-2038	1.307	8,38	601	714	1.547
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.					462
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.					845

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.8.7 viser de velfærdsøkonomiske omkostninger for det samlede tiltag på dyrkning af 260.000 ha med efterafgrøder ligeligt fordelt på sand- og lerjord. Her er skyggeprisen på reduktion af drivhusgasser opgjort til gennemsnitlig -60 kr. pr. ton CO₂-ækvivalent med sideeffekter og 841 kr. pr. ton CO₂-ækvivalent uden sideeffekter. Jordtypen og dermed udvaskningen af kvælstof har altså en stor påvirkning på dette virkemiddels reduktionsomkostninger.

Tabel 5.8.7 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved dyrkning af 260.000 ha efterafgrøder (sand- og lerjord), mio. kr.

	Samfundsøkonomiske omkostninger	Administration-somk.	Værdi af N-reduktion	Netto-omkostninger	Drivhusgasreduk., med kulstoflagring, 1000 ton CO ₂ -ækv.
2013	193	1,4	198	-3,4	229
2014	193	1,4	198	-3,4	229
2015	193	1,4	198	-3,4	229
2016	193	1,4	198	-3,4	229
2017	193	1,4	198	-3,4	229
2018	193	1,4	198	-3,4	229
2019	193	1,4	198	-3,4	229
2020	193	1,4	198	-3,4	229
NPV 2009-2038	2.397	16,8	2.456	-42,7	2.848
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.					-60
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.					841

Kilde: Egne beregninger

5.8.4. Opsummering af beregningsresultater

Som det fremgår af tabel 5.8.8 indebærer etablering af 260.000 ha med efterafgrøder årlige nettoomkostninger for landbruget på 143 mio. kr. om året. Det forudsættes, at tiltaget implementeres ved regelstyring. Statens administrationsomkostninger er beregnet till 1 mio. kr. årligt.

Tabel 5.8.8 Budgetøkonomiske nettoomkostninger for forskellige sektorer ved dyrkning af 260.000 ha efterafgrøder, mio.kr.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	NPV 2009-2038
Stat									
Administration	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	12
Landbrug									
Driftsomkostninger	142,96	142,96	142,96	142,96	142,96	142,96	142,96	142,96	1.775

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.8.9 opsummerer de velfærdsøkonomiske aspekter af efterafgrøder som klimapolitisk virkemiddel – såvel med som uden virkemidlets samfundsmæssige værdi i relation til vandmiljøpolitikken. Dvs. værdien af reduceret kvælstofudvaskning. På lerjord er reduktionsomkostningerne 462 kr./ton CO₂-ækv., når værdien af reduceret kvælstofudvaskning medregnes og 845 kr./ton CO₂-ækv. uden denne effekt. CO₂-skyggeprisen for det ikke-kvoteomfattede område kendes endnu ikke, men reduktionsomkostninger på 639 kr./ton CO₂-ækv. er formentlig over det sandsynlige niveau for denne (De Økonomiske Råd, 2009). På sandjord fremstår efterafgrøder derimod som et potentielt relevant klimapolitisk virkemiddel, idet der kan opnås en velfærdsøkonomisk gevinst på 582 kr./ton CO₂-ækv., når man medregner sideeffekterne i form af reduceret kvælstofudvaskning. Indregnes disse sideeffekter ikke, er reduktionsomkostningen 837 kr./ton CO₂-ækv.

EU's klima- og energipakke lægger ikke op til, at ændringer i jordens kulstofpulje kan medtages i de nationale drivhusgasopgørelser. Derimod medtages ændringer i lattergasemissioner, som øges marginalt ved etablering af efterafgrøder. Såfremt kulstofbindingen i jord ikke medregnes, har efterafgrøder derfor ingen selvstændig klimapolitisk relevans i forhold til EU's klima- og energipakke.

Tabel 5.8.9 Opsummerende tabel, 260.000 ha efterafgrøder

	Enhed	Periode	----- Resultat -----		
			Sandjord 130.000 ha	Lerjord 130.000 ha	Samlet 260.000 ha
Reduktion af drivhusgasser inkl. kulstoflagring	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	105	125	229
Samfundsøkonomisk omkostning inkl. kulstoflagring, inkl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2020)	-582	462	-60
Samfundsøkonomisk omkostning inkl. kulstoflagring, ekskl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2020)	837	845	841
Årlige statsfinansielle omkostninger	Mio. kr./år	Gens. 2013-20			1
Årlige nettoomkostninger for landbruget	Mio. kr./år	Gens. 2013-20			143

Kilde: Egne beregninger

5.9. Mellemafgrøder

En mellemafgrøde er en afgrøde af f.eks. olieræddike, som dyrkes mellem to afgrøder af vintersæd. Olieræddiken udsås før høst i kornafgrøden og nedmuldes tidligt på efteråret, inden den efterfølgende afgrøde af vintersæd etableres. Der er igangværende forsøg omkring dyrkning af mellemafgrøder, hvor videngrundlaget må betegnes som

mindre end for efterafgrøder. Mellemafgrøder kan binde kulstof i jorden, formentlig i samme størrelsesorden som for efterafgrøder (Olesen, 2009). Mens der for efterafgrøder optræder en mindre forøgelse i udledningen af lattergas, har mellemafgrøder formentlig ingen effekt på af lattergasemissionerne (op. cit.).

5.9.1. Omfang og effekter

Arealet med vintersæd udgjorde i 2008 ca. 840.000 ha. Det skønnes realistisk at ca. 20 % af dette areal, svarende til 200.000 ha, vil kunne dyrkes med mellemafgrøder frem til 2020, fordelt ligeligt på ler- og sandjord (Olesen, 2009). Der mangler dog fortsat forsøg og udvikling for at sikre en sådan udvikling, og hovedparten af stigningen i dette areal vil derfor ligge sidst i perioden (op. cit.). Det antages, at dyrkning af mellemafgrøder vil effektueres gradvist over perioden, med etablering af 5.000 hektar ligeligt fordelt på sand- og lerjord i år 2013. I de efterfølgende 8 år vil dette areal gradvist udvides, svarende til fuld implementering på 200.000 hektar i år 2020. Tidsstien for implementering af mellemafgrødes ses i tabel 5.9.4.

Efterafgrøder øger kulstoflagringen i jorden med 733 kg CO₂-ækv./ha der dyrkes. Tabel 5.9.1 viser tidsstien for drivhusgasreduktionen ifm. implementering af tiltaget 200.000 ha mellemafgrøder i perioden 2013-20. Der er udelukkende tale om drivhusgasreduktion som følge af øget kulstoflagring i landbrugsjorden. Effekten antages at være ens på sandjord og lerjord. Fuldt implementeret i 2020 vurderes tiltaget at reducere drivhusgasudledningen med 146.600 ton CO₂ pr. år ligeligt fordelt mellem sandjord og lerjord.

Tabel 5.9.1 Etablering af 200.000 ha mellemafgrøder. Reduktion af CO₂-ækvivalenter, 1000 ton CO₂-ækv.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Gens. 2013- 2020
Samlet effekt af øget kulstoflagring i jord	3.665	7.330	14.660	21.990	36.650	73.300	109.950	146.600	51.768

Kilde: Olesen 2009

Dyrkning af mellemafgrøder har en positiv effekt på vandmiljømålsætningen om at reducere udledningen af kvælstof. På nedbørsrig sandjord vurderes udvaskningsreduktionen til ca. 20 kg N/ha, mens der på nedbørsfattig lerjord er tale om 13 kg N/ha (Fødevarerministeriet, 2008). I tabel 5.9.2 ses effekten af dyrkning af mellemafgrøder.

I perioden 2013-2020 vil der være en gennemsnitlig udvaskningsreduktion på 1.165 ton kvælstof pr. år, svarende til en samlet reduktion i udvaskningen på 9.323 ton N over perioden.

Tabel 5.9.2 Effekt på vandmiljømålsætninger af 200.000 ha mellemafgrøder, 2013-2020

		Sandjord 100.000 ha	Lerjord 100.000 ha	Samlet 100.000 ha
Udvaskningsreduktion, gens. 2013-2020	Ton N/år	706	459	1.165
Samlet udvaskningsreduktion, 2013-2020	Ton N	5.650	3.673	9.323

Kilde: Egne beregninger

5.9.2. Driftsøkonomiske omkostninger ved etablering af mellemafgrøder

I tabel 5.9.3 ses de beregnede driftsøkonomiske omkostninger ved etablering af mellemafgrøder på bedrifter med under 0,8 dyreenheder/ha. Det antages, at mellemafgrøden etableres i den eksisterende afgrøde ved spredning med gødningsspreder for at sikre en tilstrækkelig lang vækstperiode. For at sikre god nedmuldning og såbedstilberedning for den efterfølgende vinterafgrøde slås mellemafgrøden inden den efterfølgende jordbearbejdning.

Da mellemafgrøderne tilbageholder en del af kvælstoffet i jorden, er det muligt at reducere mængden af kvælstofgødning det efterfølgende år. Denne effekt er større på sandjord end på lerjord, hvormed driftsomkostningen til dyrkning af mellemafgrøder på sandjord er en smule lavere end på lerjord. De driftsøkonomiske nettoomkostninger ved dyrkning af mellemafgrøder er opgjort til 770 kr./ha på sandjord og 798 kr./ha på lerjord.

Tabel 5.9.3 Driftsøkonomiske omkostninger ved etablering af mellemafgrøder, kr./ha.

		Driftsøkonomisk Pris	Sand	Ler
Udsæd: Olieræddike	20 kg/ha	25 kr./kg	500	500
Gødningsspredning	1 beh.	150 kr./ha	150	150
Slåning	1 beh.	200 kr./ha	200	200
Samlet driftsøkonomisk omkostning			350	350
Ændret tilførsel af kvælstof næste år, ler	-6,5 kg	8,0 kr./kg		-52
Ændret tilførsel af kvælstof næste år, sand	-10 kg	8,0 kr./kg	-80	
Samlede nettoomkostninger ved etablering af mellemafgrøder	Kr./ha		770	798

Kilde: Egne beregninger samt Budgetkalkuler 2009

Tabel 5.9.4 viser tidsstien for implementering og de driftsøkonomiske omkostninger ved tiltaget. Ved dyrkning af mellemafrøder på et samlet areal på 200.000 hektar i år 2020 bliver de årlige driftsomkostninger 156,8 mio. kr. fordelt nogenlunde ligeligt på sandjord og lerjord.

Tabel 5.9.4 Driftsøkonomiske omkostninger ved mellemafrøder på ler- og sandjord, mio.kr.				
	Areal med mellemafrøder ha/år	Driftsøkonomiske omkostninger, mio. kr./år		
		Sandjord	Lerjord	Samlet
2013	5.000	1,93	2,00	3,92
2014	10.000	3,85	3,99	7,84
2015	20.000	7,70	7,98	15,68
2016	30.000	11,55	11,97	23,52
2017	50.000	19,25	19,95	39,20
2018	100.000	38,50	39,90	78,40
2019	150.000	57,75	59,85	117,60
2020	200.000	77,00	79,80	156,80
NPV 2009-2020	-	663,14	687,26	1.350

Kilde: Egne beregninger

5.9.3. Velfærdsøkonomiske omkostninger ved etablering af mellemafrøder

Udover driftsomkostningerne er der i de samfundsøkonomiske beregninger medregnet administrationsomkostninger til implementering af tiltaget samt værdien af reduceret N-udvaskning. Udvasningsreduktionen vurderes som tidligere nævnt til ca. 20 kg N/ha fra rodzonen på sandjord og 13 kg N/ha fra rodzonen på lerjord. Den samfundsmæssige skyggepris er 23 kr./kg N.

I tabel 5.9.5 og 5.9.6 ses de beregnede velfærdsøkonomiske nettoomkostninger ved dyrkning af mellemafrøder på hhv. sandjord og lerjord. Som det fremgår af tabel 5.9.5 og 5.9.6, er værdien af den opnåede udvasningsreduktion ikke i stand til at dække omkostningerne til etablering af mellemafrøder, hvormed der en årlig samfundsøkonomisk omkostning ved dyrkning af mellemafrøder på 200.000 ha på 110 mio. kr. i år 2020.

Beregningerne i tabel 5.9.5 og 5.9.6 viser, at den beregnede CO₂-skyggepris på sandjord er knap 590 kr./ton CO₂-ækv. med kulstoflagring samt sideeffekter. På lerjord er der den velfærdsøkonomiske omkostning ca. 930 kr./ton CO₂-ækv., når man medregner sideeffekter og kulstoflagring. Grunden hertil, er den lavere reduktion i kvælstofudvaskningen fra lerjord samt højere driftsøkonomiske omkostninger.

Tabel 5.9.5 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved dyrkning af mellemafgrøder på 100.000 ha sandjord

	Samfundsøkonomiske omkostninger mio. kr.	Administrationsomk. mio. kr.	Værdi af N-reduktion mio. kr.	Nettoomkostninger mio. kr.	Drivhusgasreduktion, med kulstoflagring 1000 ton CO ₂ -ækv.
2013	2,60	2,03	1,55	3,07	1,83
2014	5,20	0,68	3,11	2,77	3,67
2015	10,40	0,68	6,21	4,86	7,33
2016	15,59	0,68	9,32	6,95	11,00
2017	25,99	0,68	15,53	11,14	18,33
2018	51,98	0,68	31,05	21,60	36,65
2019	77,96	0,68	46,58	32,06	54,98
2020	103,95	0,68	62,10	42,53	73,30
NPV 2009-2020	895,24	9,49	534,82	369,92	631,28
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.					586
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.					1.418

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.9.6 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved dyrkning af mellemafgrøder på 100.000 ha lerjord

	Samfundsøkonomiske omkostninger mio. kr.	Administrationsomk. mio. kr.	Værdi af N-reduktion mio. kr.	Nettoomkostninger mio. kr.	Drivhusgasreduktion, med kulstoflagring 1000 ton CO ₂ -ækv.
2013	2,69	2,03	1,01	3,71	1,83
2014	5,39	0,68	2,02	4,04	3,67
2015	10,77	0,68	4,04	7,41	7,33
2016	16,16	0,68	6,05	10,78	11,00
2017	26,93	0,68	10,09	17,52	18,33
2018	53,87	0,68	20,18	34,36	36,65
2019	80,80	0,68	30,27	51,20	54,98
2020	107,73	0,68	40,37	68,04	73,30
NPV 2009-2020	927,80	9,49	347,63	589,66	631,28
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.					934
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.					1.470

Kilde: Egne beregninger

Som det ses af tabel 5.9.7 er de årlige velfærdsøkonomiske omkostninger ved dyrkning af mellemafgrøder på 200.000 hektar 212 mio. kr. og den samlede værdi af reduktionen i kvælstofudvaskningen er 102 mio. kr. Dette giver en samlet velfærdsøkonomisk omkostning på 110 mio. kr. i år 2020, svarende til 760 kr./ton CO₂-ækv. Medregnes værdien af den reducerede kvælstofudvaskning ikke, fordobles reduktionsomkostningen.

Tabel 5.9.7 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved dyrkning af 200.000 ha mellemafgrøder (sand- og lerjord), mio. kr.

	Samfunds- økonomiske omkostninger mio. kr.	Administrati- onsomk. mio. kr.	Værdi af N- reduktion mio. kr.	Netto- omkostninger mio. kr.	Drivhusgas- reduktion, med kulstoflagring 1000 ton CO ₂ -ækv.
2013	5,29	4,05	2,56	6,78	3,67
2014	10,58	1,35	5,12	6,81	7,33
2015	21,17	1,35	10,25	12,27	14,66
2016	31,75	1,35	15,37	17,73	21,99
2017	52,92	1,35	25,62	28,65	36,65
2018	105,84	1,35	51,23	55,96	73,30
2019	158,76	1,35	76,85	83,26	109,95
2020	211,68	1,35	102,47	110,57	146,60
NPV 2009-2020	1.823	19	882	960	1.263
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.					760
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.					1.444

Kilde: Egne beregninger

5.9.4. Opsummering

Som det fremgår af tabel 5.9.8 vil landbrugets årlige udgifter beløbe sig til 157 mio. kr. på årsbasis, når tiltaget er fuldt implementeret i 2020. Da det forudsættes at, mellemafgrøder implementeres ved regelstyring vil landmændene ikke have yderligere udgifter. Staten forventes at have administrationsomkostninger på 1 mio. kr. årligt samt implementeringsomkostninger på 2 mio. kr.

Tabel 5.9.8 Budgetøkonomiske nettoomkostninger for forskellige sektorer ved dyrkning af 200.000 ha mellemafgrøder, mio.kr.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	NPV 2009-2038
Stat									
Administration	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26,48
Landbrug									
Driftsomkostninger	3,92	7,84	15,68	23,52	39,20	78,40	117,60	156,80	1.350,40

Kilde: Egne beregninger samt Fødevareministeriet 2009

Tabel 5.9.9 opsummerer de velfærdsøkonomiske aspekter af mellemafgrøder som klimapolitisk virkemiddel. Ved dyrkning af 200.000 hektar med mellemafgrøder vil der årligt kunne opnås en reduktion i drivhusgasudledningerne på 146.600 ton CO₂-ækv. årligt med en gennemsnitlig reduktionsskyggepris på 760 kr./ton CO₂-ækv., når værdien af den reducerede kvælstofudvaskning medregnes. Medregnes denne ikke,

fordobles omkostningerne. Klimaeffekten skyldes udelukkende kulstoflagring i jorden. EU's klima- og energipakke lægger ikke op til, at ændringer i jordens kulstofpulje kan medtages i de nationale drivhusgasopgørelser. Såfremt kulstofbindingen i jord ikke medregnes, har mellemafgrøder derfor ingen selvstændig klimapolitisk relevans i forhold til EU's klima- og energipakke.

Tabel 5.9.9 Opsummerende tabel, dyrkning af mellemafgrøder på 200.000 ha.

		Periode	Resultat		
Enhed			Sandjord 100.000 ha	Lerjord 100.000 ha	Samlet 200.000 ha
Reduktion af drivhusgasser inkl. kulstoflagring	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	73	73	147
Samfundsøkonomisk omkostning inkl. kulstoflagring, inkl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2020)	586	934	760
Samfundsøkonomisk omkostning inkl. kulstoflagring, ekskl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2020)	1.418	1.470	1.444
Årlige statsfinansielle omkostninger	Mio. kr./år	Gens. 2013-20			1,69

Kilde: Egne beregninger

5.10. Udtagning af landbrugsjord på højbund til vedvarende græs

5.10.1. Omfang

Det antages, at 100.000 ha højbundsarealer og 15.000 ha (veldræned) lavbundsarealer tages ud af omdriften og udlægges med vedvarende græs i ekstensiv drift (Olesen, 2009). En syvendedel af denne udtagning vil blive udlagt til vedvarende græs, hvor der tages slæt, og 6/7 vil blive udlagt til vedvarende græs med afgræsning.

Økonomiberegningerne forudsætter, at arealer i denne størrelsesorden vil kunne udtages af omdriften, uden at reducere harmoniarealerne i væsentligt omfang. Der regnes derfor alene på omkostningerne ved at trække disse arealer af ud planteproduktion i omdrift. Ud over reducerede drivhusgasmissioner og kvælstofudvaskning medfører udtagning ophør med brug af pesticider på de pågældende arealer. Hvis det antages at bekæmpelsesindsatsen på disse arealer svarer til landsgennemsnittet, vil behandlingshyppigheden være ca. 2,3 behandlinger pr. ha på de udtagne arealer (Fødevareministeriet, 2008).

5.10.2. Miljøeffekter

Ved overførsel af højbundsarealer til vedvarende græs forventes en reduktion i N-udvaskningen på 50 kg N/ha (Fødevareministeriet, 2008). Det antages desuden, at der sker en reduktion i handelsgødningforbruget på 100 kg N/ha og en reduktion i ammoniakfordampningen på 3 kg N/ha. Endvidere forventes en kulstofakkumulering på 1,833 ton CO₂-ækvivalent/år/ha, en lattergasreduktion på 1,218 ton CO₂-ækvivalent/år/ha samt en reduktion i anvendelsen af brændstof på 0,3 ton CO₂-ækvivalent/år/ha. Ved en implementering med en fast udtagning på 6.250 ha/år i perioden 2013-20 på henholdsvis ler- og sandjord, vil implementeringsmålet på 100.000 ha været nået i år 2020. De gennemsnitlige årlige effekter er summeret i tabel 5.10.1.

Tabel 5.10.1 Konsekvensskema: Udtagning af højbund til græs på ler- og sandjord

	Enhed	Tidspunkt	Effekt
Udtagning	Ha	2020	100.000
Udtagning	Ha/år	Gens. 2013-2020	12.500
Reduktion af N ₂ O (lattergas)	Ton CO ₂ -ækv./ha	Gens. 2013-2020	1,218
Kulstoflagring	Ton CO ₂ -ækv./ha	Gens. 2013-2020	1,833
Sparet brændstof	Ton CO ₂ -ækv./ha	Gens. 2013-2020	0,30
Reduktion af N-udvaskning	Kg N/ha	Gens. 2013-2020	50
Reduktion af ammoniakfordampning	Kg NH ₃ -N/ha	Gens. 2013-2020	3

Kilde: Egne beregninger samt Olesen 2009

Den samlede drivhusgasreduktionen ved udtagning af 100.000 hektar sand- og lerjord er opgjort i tabel 5.10.10 i afs. 5.10.5 nedenfor. Her ses det, at det samlede drivhusgasreduktionspotentiale i 2020 er 334.700 ton CO₂-ækv., hvoraf lattergasreduktion og brændstofbesparelser står for 151.000 ton CO₂-ækv., mens kulstofbinding bidrager med 183.300 ton CO₂-ækv.

5.10.3. Driftsøkonomiske omkostninger

Som nævnt forventes det ikke, at alternativ anvendelse af jorden til vedvarende græs vil kunne give et positivt afkast. Omkostningerne ved udtagning kan derfor opgøres som den mistede jordrente (dvs. nettoafkastet til jorden) ved anvendelse af de betragtede arealer til planteavl. Jordrenten er opgjort som dækningsbidrag II i standardsædskifter. Beregningerne er i forventede 2009-priser som opgjort i Budgetkalkuler 2009.

Tabel 5.10.2 viser de driftsøkonomiske dækningsbidragskalkuler, der er brugt til beregning af den tabte jordrente ved udtagning af hhv. lerjord og sandjord på højbund.

Som det fremgår, er jordrenten på sandjord beregnet til -104 kr./ha, men da jorden fortsat dyrkes antages det at det egentlige dækningsbidrag vil være minimum 0 kr./ha. Den beregnede jordrente på lerjord er 1.190 kr./ha.

Tabel 5.10.2 Dækningsbidrag for salgsafgrøder på ler- og sandjord på højbund, kr. pr. ha

	Budgetøkonomisk	Velfærdsøkonomisk
Lerjord	1.190	1.607
Sandjord	-104	-140

Kilde: Budgetkalkuler 2009 samt egne beregninger

For at skabe et incitament til udtagning af højbund til vedvarende græs ydes der tilskud til pleje af græs og naturarealer gennem landdistriktsprogrammet. Der gives et tilskud på 800 kr./ha for jorder der udlægges med vedvarende græs til slæt og 1.400 kr./ha for jorder der udlægges til vedvarende græs til afgræsning, dog kræves det at udtagningen foregår i de særlige SFL områder. 55 % af tilskuddet vil komme direkte fra EU og de resterende 45 % fra den danske stat. Det forventes, at der inden periodens begyndelse indføres nye regler om at klimaforbedrende tiltag, og dermed vil der kunne opnås en EU finansiering af tilskuddet på op til 75 %. Som beskrevet tidligere antages det, at der tages slæt på 1/7 af arealet og de resterende 6/7 afgræsses, hvilket giver et omtrentligt tilskud på 1.314 kr./ha.

De årlige driftsøkonomiske konsekvenser for landmanden på henholdsvis ler- og sandjord fremgår af tabel 5.10.3 og tabel 5.10.4. På lerjord vil indtægterne fra tilskudsordningen overstige jordrentetabet, hvormed der vil være en lille driftsøkonomisk gevinst ved tiltaget på 124 kr./ha. For sandjord vil der være en driftsøkonomisk gevinst på 1.314 kr./ha, hvilket svarer til værdien af tilskuddet, da der her ikke mistes jordrente ved udtagningen.

Tabel 5.10.3 Driftsøkonomiske omkostninger for landbruget ved udtagning af højbund til græs, lerjord, mio.kr.

	Samlet udtagning, hektar	Jordrentetab	Tilskud	Nettoomk.
2013	6.250	7,44	8,21	-0,78
2014	12.500	14,88	16,43	-1,55
2015	18.750	22,31	24,64	-2,33
2016	25.000	29,75	32,86	-3,11
2017	31.250	37,19	41,07	-3,88
2018	37.500	44,63	49,29	-4,66
2019	43.750	52,06	57,50	-5,44
2020	50.000	59,50	65,71	-6,21
NPV (2009-2020)		176,25	194,66	-18,41
NPV kr./ha		1.190	1.314	-124

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.10.4 Driftsøkonomiske omkostninger for landbruget ved udtagning af højbund til græs, sandjord, mio.kr.

	Samlet udtagning, hektar	Jordrentetab	Tilskud	Nettoomk.
2013	6.250	-	8,21	-8,21
2014	12.500	-	16,43	-16,43
2015	18.750	-	24,64	-24,64
2016	25.000	-	32,86	-32,86
2017	31.250	-	41,07	-41,07
2018	37.500	-	49,29	-49,29
2019	43.750	-	57,50	-57,50
2020	50.000	-	65,71	-65,71
NPV (2009-2020)		-	194,66	-194,66
NPV kr./ha		-	1.314	-1.314

Kilde: Egne beregninger

Som det ses i tabel 5.10.5 vil den samlede udtagning af 100.000 hektar jord ligeligt fordelt på ler- og sandjord betyde en driftsøkonomisk indtjening for landbruget på 213 mio. kr. (NPV) i perioden 2013-2020, svarende til en gennemsnitlig gevinst på 719 kr./ha, hvilket selvfølgelig forudsætter at der gives tilskud til udtagning. Uden tilskud til udtagning vil omkostningerne på lerjord være lig med det mistede jordrentetab og omkostningerne på sandjord være minimum 0.

Tabel 5.10.5 Driftsøkonomiske omkostninger for landbruget ved samlet udtagning af højbund til græs på lerjord og sand, mio.kr.

	Samlet udtagning, hektar	Jordrentetab	Tilskud	Nettoomk.
2013	12.500	7	16	-9
2014	25.000	15	33	-18
2015	37.500	22	49	-27
2016	50.000	30	66	-36
2017	62.500	37	82	-45
2018	75.000	45	99	-54
2019	87.500	52	115	-63
2020	100.000	60	131	-72
NPV (2009-2020)		176	389	-213
NPV kr./ha		595	1.314	-719

Kilde: Egne beregninger

Det forventes derfor at det vil være muligt at opnå det forudsatte udtagningsmål på 100.000 ha med henholdsvis 50.000 ha lerjord og sandjord. Det betyder, at staten sammenlagt vil have en udgift i perioden på knap 300 mio. kr., fordelt på udbetaling af tilskud samt administration af udtagningsordningen. Derudover vil EU have en udgift til betaling af tilskud. Den samlede udbetaling af tilskud opstår som en indtægt for landbruget, der med et jordrentetab der er mindre end tilskuddet vil have en driftsøkonomisk gevinst ved tiltaget på 213 mio. kr. i perioden. En oversigt over de årligt udgifter vises i tabel 5.10.6 herunder.

Tabel 5.10.6 Budgetøkonomiske nettoomkostninger for forskellige sektorer ved udtagning af 100.000 hektar højbund, mio.kr.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	NPV 2009-2020
EU	9,0	18,1	27,1	36,1	45,2	54,2	63,3	72,3	214,1
Stat	30,9	36,2	43,6	51,0	58,4	65,8	73,2	80,5	296,4
- Administration	23,5	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	121,2
- Tilskud	7,4	14,8	22,2	29,6	37,0	44,4	51,8	59,1	175,2
Landbrug	-9,0	-18,0	-27,0	-36,0	-45,0	-53,9	-62,9	-71,9	-213,1
- Driftsomkostninger	7,4	14,9	22,3	29,8	37,2	44,6	52,1	59,5	176,3
- Tilskud	16,4	32,9	49,3	65,7	82,1	98,6	115,0	131,4	389,3

Kilde: Egne beregninger

5.10.4. Samfundsøkonomiske omkostninger

Ved udtagning af 50.000 hektar sandjord og 50.000 hektar lerjord, vil der opstå en række samfundsøkonomiske sidegevinster i form af reduceret kvælstofudvaskning og reduceret ammoniakfordampning. På de udtagne arealer vil udvaskningen af kvælstof reduceres med 50 kg N/ha og ammoniakfordampningen vil reduceres med 3 kg NH₃-

N/ha. Sammenlagt vil udledningen af drivhusgasser reduceres med 3,347 ton CO₂-ækv./ha der udtages. Det forudsatte EU-tilskud til udtagning yder et væsentlig bidrag til at reducere de velfærdsøkonomiske omkostninger ved tiltaget.

På lerjord er reduktionsomkostningerne 37 kr./ton CO₂-ækv., når både værdien af sideeffekter og kulstoflagringen i jord medregnes. Indregnes hverken værdien af kulstoflagringen i jord eller sideeffekter stiger reduktionsomkostningerne til 1.200 kr./ton CO₂-ækv.

Tabel 5.10.7 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved udtagning af højbund på 50.000 ha lerjord, mio. kr.

	Omkostninger		Indtægt	----- Sideeffekter-----			Drivhusgasreduktion, 1000 ton CO ₂ -ækv.	
	Jord-rente-tab	Adm. omk.	Tilskud, EU	N-reduktion	Ammoniak-reduktion	Netto-omk.	Uden kulstof-lagring	Med kulstof-lagring
2013	10	24	5	10	0,99	18	9	21
2014	20	21	9	19	1,97	11	19	42
2015	30	21	14	29	2,96	6	28	63
2016	40	21	18	39	3,95	1	38	84
2017	50	21	23	49	4,94	-4	47	105
2018	60	21	27	58	5,92	-10	57	126
2019	70	21	32	68	6,91	-15	66	146
2020	80	21	36	78	7,9	-20	76	167
Sum	361	173	163	349	35,54	-13	341	753
NPV								
2009-2020	238	121	88	230	23	18	224	496
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							81	37
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							1.211	548

Kilde: Egne beregninger

På sandjord, hvor jordrenten er 0, vil gevinsterne ved sideeffekterne samt indtægterne fra EU-tilskuddet overstige omkostningerne ved tiltaget. Det betyder, at der er en samfundsøkonomisk gevinst ved udtagning af højbund på sandjord på 443 kr./ton CO₂-ækv., når sideeffekter i form af reduceret kvælstofudvaskning og ammoniakfordampning medregnes tilligemed øget kulstoflagring i jorden. Som det ses af tabel 5.10.8, er der en omkostning på 245 kr./ton CO₂-ækv., hvis værdien af sidegevinster udelades.

Tabel 5.10.8. Velfærdsøkonomiske omkostninger ved udtagning af højbund på 50.000 ha sandjord, mio. kr.

	Omkostninger		Indtægt	----- Sideeffekter -----			Drivhusgasreduktion, 1000 ton CO ₂ -ækv.	
	Jord- rente- tab	Adm. omk.	Tilskud, EU	N- reduktion	Ammoniak- reduktion	Net- toomk.	Uden kulstof- lagring	Med kulstof- lagring
2013	-	24	5	10	0,99	8	9	21
2014	-	21	9	19	1,97	-9	19	42
2015	-	21	14	29	2,96	-24	28	63
2016	-	21	18	39	3,95	-39	38	84
2017	-	21	23	49	4,94	-55	47	105
2018	-	21	27	58	5,92	-70	57	126
2019	-	21	32	68	6,91	-85	66	146
2020	-	21	36	78	7,9	-100	76	167
Sum	-	173	163	349	35,54	-374	341	753
NPV								
2009-2020	-	121	88	230	23	-220	224	496
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							-980	-443
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							541	245

Kilde: Egne beregninger

Som det ses af tabel 5.10.9 vil en samlet udtagning af 100.000 hektar højbund ligeligt fordelt på sand- og lerjord i de første 2 år give et velfærdsøkonomisk underskud da administrationsomkostningerne er forholdsvis høje (Fødevarerministeriet, 2009). Samlet set, vil der dog over perioden være et NPV overskud på 202 mio. kr. primært båret af værdien af reduktionen i kvælstofudvaskningen samt tilskuddet fra EU og staten. De gennemsnitlige gevinst ved udtagning af 100.000 hektar højbund er 203 kr./ton CO₂-ækv. når sidegevinsterne og kulstoflagringen i jord medregnes, hvilket bliver til en omkostning på 396 kr./ton CO₂-ækv. hvis sidegevinsterne ikke medregnes.

Tabel 5.10.9. Velfærdsøkonomiske omkostninger ved udtagning af højbund på 100.000 ha sand- og lerjord, mio. kr.

	Omkostninger		Indtægt Tilskud, EU	Sideeffekter -----		Netto- omk.	Drivhusgasreduktion, 1000 ton CO ₂ -ækv.	
	Jord- rentetab	Adm. omk.		N- reduktion	Ammoniak- reduktion		Uden kulstof- lagring	Med kulstof- lagring
2013	10	47	9	19	2,0	27	19	42
2014	20	43	18	39	4,0	2	38	84
2015	30	43	27	58	5,9	-18	57	126
2016	40	43	36	78	7,9	-39	76	167
2017	50	43	45	97	9,9	-59	95	209
2018	60	43	54	116	11,9	-79	114	251
2019	70	43	63	136	13,8	-100	132	293
2020	80	43	72	155	15,8	-120	151	335
Sum	361	347	325	699	71,1	-387	681	1.506
NPV								
2009								
-	238	242	175	460	47	-202	448	991
2020								
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							-449	-203
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							876	396

Kilde: Egne beregninger

5.10.5. Opsummering

Opsummering af resultaterne for udtagning af højbund til vedvarende græs på henholdsvis ler- og sandjord samt den samlede effekt af tiltaget fremgår af tabel 5.10.11. Af tabel 5.10.10 fremgår den samlede emissionseffekt ved udtagning af højbund på sand- og lerjord samlet.

Tabel 5.10.10 Udtagning af højbundsjord på sand- og lerjord samlet. Reduktion af CO₂-ækvivalenter, 1000 ton CO₂-ækv.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Gens. 2013-2020
Brændstof og lattergas	18,9	37,9	56,8	75,7	94,6	113,6	132,5	151,4	85,2
Kulstoflagring	22,9	45,8	68,7	91,7	114,6	137,5	160,4	183,3	103,1
Samlet	41,8	83,7	125,5	167,4	209,2	251,0	292,9	334,7	188,3

Kilde: Egne beregninger

Udtagning af 100.000 hektar højbund vil i 2020 reducere drivhusgasudledningen med 334.700 ton CO₂-ækv. hvis kulstoflagringen i jord medregnes. Uden indregning af øget kulstoflagring i jorden halveres potentialet i 2020.

De velfærdsøkonomiske omkostninger for udtagning af højbund på lerjord er knap 37 kr./ton CO₂-ækv. med sidegevinster og 548 kr./ton CO₂-ækv. uden sidegevinster. På

sandjord kan der opnås en velfærdsøkonomisk gevinst på 443 kr./ton CO₂-ækv. når sideeffekter og kulstoflagring medregnes, hvilket reduceres til en omkostning på 245 kr./ton CO₂-ækv. hvis sidegevinster ikke indregnes.

Med en gennemsnitlig gevinst ved reduktion af drivhusgasudledningen ved udtagning af landbrugsjorder på højbund på 203 kr./ton CO₂-ækv. vil tiltaget være klimapolitisk relevant for det ikke-kvoteomfattede område.

Tabel 5.10.11 Opsummerende tabel, udtagning af 100.000 ha højbund på sand- og lerjord.

	Enhed	Periode	----- Resultat -----		
			Lerjord 50.000 ha	Sandjord 50.000 ha	Samlet 100.000 ha
Reduktion af drivhusgasser ekskl. kulstoflagring	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	76	76	151
Reduktion af drivhusgasser inkl. kulstoflagring	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	167	167	335
Velfærdsøkonomisk omkostning ekskl. kulstoflagring, inkl. sideef- fekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009- 2020)	81	-980	-449
Velfærdsøkonomisk omkostning inkl. kulstoflagring, inkl. sideef- fekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009- 2020)	37	-443	-203
Velfærdsøkonomisk omkostning ekskl. kulstoflagring, ekskl. side- effekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009- 2020)	1.211	541	876
Velfærdsøkonomisk omkostning inkl. kulstoflagring, ekskl. sideef- fekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009- 2020)	548	245	396
Årlige statsfinansielle omkost- ninger	Mio. kr./år	Gens. 2013-20			55
Årlige EU omkostninger	Mio. kr./år	Gens. 2013-20			41
Årlige omkostninger for landbrug	Kr./år	Gens. 2013-20			-40

Kilde: Egne beregninger

5.11. Udtagning af lavbundsjord i omdrift til vedvarende græs

Det antages, at 15.000 ha dræned lavbundsarealer tages ud af omdriften og udlægges med vedvarende græs i ekstensiv drift (Olesen, 2009). Ved udtagning forudsættes det, at dræn og grøfter sløjfes, og gødskning ophører. Specielt på organogene jorde vil op-hør med dræning og dyrkning give anledning til en betydelig nedgang i CO₂-udledningen på grund af reduceret omsætning af tørv. Det antages skønsmæssigt, at halvdelen af det udtagne areal i ådale/vådområder kan betegnes som organogen jord med over 10 % organisk stof.

Udbyttet i ådale er særdeles afhængigt af dræningstilstanden. Arealer, der er delvis våde, vurderes i Frederiksen (1997) at give et 60 % lavere udbytte end veldræned arealer. Der findes ikke normtal for organogene jordes udbytteforhold, men også her er dræningstilstanden afgørende. I det følgende lægges udbytteforholde på hhv. sandjord og lerjord til grund for de økonomiske beregninger med en skønnet udbyttereduktion på 20 % i forhold til højbundsarealer.

5.11.1. Omfang og effekter

Som nævnt, vil ophør med dræning og dyrkning af lavbundsarealer give anledning til nedgang i drivhusgasudledningen – primært på grund af reduceret omsætning af jordens kulstofpulje, hvilket især gælder på organogene jorde. Der vil være en øget kulstoflagring i jorden svarende til godt 10 ton CO₂-ækv./ha/år. Udtagning af lavbund vil betyde en reduktion i lattergasudledningerne dog med en forøget metanproduktion, hvilket betyder at der samlet set vil være et reduktionspotentiale på 11,265 ton CO₂-ækv./ha. Det antages, at udtagningen vil betyde en reduktion i udvaskningen af kvælstof på 100 kg N/ha.

Det forventes at udtagningen af de 15.000 hektar fordeles ligeligt på sand- og lerjord, samt at udtagningen vil foregå gradvist over perioden 2013-2020 med en årlig udtagning på 1.875 hektar ligeligt fordelt på sandjord og lerjord. Det vil give en reduktion af kvælstofudvaskningen på 1.500 ton kvælstof i år 2020, svarende til 6.750 ton kvælstof samlet i perioden fra 2013-2020.

Tabel 5.11.1 Konsekvensskema, udtagning af lavbundsjord til græs på 15.000 ha lerjord og sandjord

	Enhed	Tidspunkt	Effekt
Udtagning	Ha	2020	15.000
Udtagning	Ha	Gens. 2013-2020	1.875
Reduktion af lattergas	Ton CO ₂ -ækv./ha	Gens. 2013-2020	2,802
Reduktion i metanudledning	Ton CO ₂ -ækv./ha	Gens. 2013-2020	-2,100
Kulstoflagring	Ton CO ₂ -ækv./ha	Gens. 2013-2020	10,267
Sparet brændstof	Ton CO ₂ -ækv./ha	Gens. 2013-2020	0,30
Reduktion af N-udvaskning	Kg N/ha	Gens. 2013-2020	100

Kilde: Egne beregninger samt Olesen 2009

5.11.2. Driftsøkonomiske omkostninger

Det årlige jordrentetab ses i tabel 5.11.2 Med de forudsatte udbyttereduktioner og afgrødesammensætning er den gennemsnitlig jordrente (DBII) på lavbundssandjord mi-

nus 853 kr./ha, mens der for lavbundslerjord er beregnet en jordrente på knap 292 kr./ha. Under disse forudsætninger er dyrkningsværdien af de dårligste lavbundslande altså negativ. Da jorderne fortsat dyrkes, kan det dog ikke antages, at dækningsbidraget i praksis er under 0. I tilfælde med beregnet negativt dækningsbidrag antages det derfor, at jordrenten er nul.

Tabel 5.11.2 Dækningsbidrag for salgsafgrøder på ler- og sandjord på lavbund, kr. pr. ha

	Budgetøkonomisk	Velfærdsøkonomisk
Lerjord	292	394,2
Sandjord	-853	-1.152

Kilde: Budgetkalkuler 2009 og egne beregninger

For at skabe et incitament til udtagning af lavbund til vedvarende græs ydes et tilskud på 800 kr./ha for jorder der udlægges med vedvarende græs til slæt og 1400 kr./ha for jorder der udlægges til vedvarende græs til afgræsning. Det kræves dog at udtagningen foregår i de særlige SFL områder. 55 % af tilskuddet vil komme direkte fra EU og de resterende 45 % fra den danske stat. Det forventes dog, at der inden periodens begyndelse indføres nye regler om at klimaforbedrende tiltag vil kunne opnå en EU finansiering af tilskud på op til 75 %. De årlige driftsøkonomiske konsekvenser for landmanden på henholdsvis ler- og sandjord fremgår af tabel 5.11.3 og tabel 5.11.4. På lerjord vil der med tilskudsordningen, som det fremgår af tabel 5.11.3, være en driftsøkonomisk gevinst på 1.022 kr./ha, da tilskuddet overstiger jordrentetabet ved udtagning af lavbundslandet. For sandjord vil der være en driftsøkonomisk gevinst på 1.314 kr./ha svarende til værdien af tilskuddet.

Tabel 5.11.3 Budgetøkonomiske omkostninger for landbrugsbedrifter ved udtagning af lavbund til græs på lerjord, mio.kr.

	Samlet udtagning, hektar	Jordrentetab	Tilskud	Nettoomk.
2013	938	0,27	1,23	-0,96
2014	1.875	0,55	2,46	-1,92
2015	2.813	0,82	3,70	-2,88
2016	3.750	1,10	4,93	-3,83
2017	4.688	1,37	6,16	-4,79
2018	5.625	1,64	7,39	-5,75
2019	6.563	1,92	8,63	-6,71
2020	7.500	2,19	9,86	-7,67
NPV (2009-2020)		6,49	29,20	-22,71
NPV kr./ha		292	1.314	-1.022

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.11.4 Budgetøkonomiske omkostninger for landbrugsbedrifter ved udtagning af lavbund til græs på sandjord, mio.kr.

	Samlet udtagning, hektar	Jordrentetab	Tilskud	Nettoomk.
2013	938	-	1,23	-1,23
2014	1.875	-	2,46	-2,46
2015	2.813	-	3,70	-3,70
2016	3.750	-	4,93	-4,93
2017	4.688	-	6,16	-6,16
2018	5.625	-	7,39	-7,39
2019	6.563	-	8,63	-8,63
2020	7.500	-	9,86	-9,86
NPV (2009-2020)		-	29,20	-29,20
NPV kr./ha		-	1.314	-1.314

Kilde: Egne beregninger

Som det ses af tabel 5.11.5 giver tilskudsordningen til udtagning af lavbundsjord til slæt og afgræsning samlet set en NPV gevinst til landbruget på 58,4 mio. kr. i perioden 2013-2020 ved gradvis udtagning af op mod 15.000 hektar. Fraregnet jordrentetabet ved udtagning af lerjord som førhen var dyrket med overskud betyder dette en gevinst på knap 52 mio. kr. i perioden.

Tabel 5.11.5 Samlet budgetøkonomiske omkostninger for landbrugsbedrifter ved udtagning af lavbund til græs på ler- og sandjord, mio.kr.

	Samlet udtagning, hektar	Jordrentetab	Tilskud	Nettoomk.
2013	1.875	0,27	2,46	-2,19
2014	3.750	0,55	4,93	-4,38
2015	5.625	0,82	7,39	-6,57
2016	7.500	1,10	9,86	-8,76
2017	9.375	1,37	12,32	-10,95
2018	11.250	1,64	14,79	-13,14
2019	13.125	1,92	17,25	-15,33
2020	15.000	2,19	19,71	-17,52
NPV (2009-2020)		6,49	58,40	-51,91
NPV kr./ha		146	1.314	-1.168

Kilde: Egne beregninger

Det forventes derfor at det vil være muligt at opnå det opstillede udtagningsmål på 15.000 ha med henholdsvis 7.500 ha lerjord og sandjord på lavbund. Det vil betyde at de samlede budgetøkonomiske nettoomkostninger på ler- og sandjord vil udgøre en omkostning for både EU og staten som ydere af tilskudsordningen. Herudover vil staten have administrationsomkostninger i perioden på godt 20 mio. kr. og landbruget vil have et jordrentetab ved udtagning af lerjorden på 6,5 mio. kr. som det ses af tabel 5.11.6.

Tabel 5.11.6 Budgetøkonomiske nettoomkostninger ved udtagning af 15.000 ha lavbund på ler- og sandjord, mio.kr.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	NPV 2009-2020
EU	1,4	2,7	4,1	5,4	6,8	8,1	9,5	10,8	32,1
Stat	6,6	5,6	6,7	7,8	8,9	10,1	11,2	12,3	47,0
- Administration	5,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	20,7
- Tilskud	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5	6,7	7,8	8,9	26,3
Landbrug	-2,2	-4,4	-6,6	-8,8	-11,0	-13,1	-15,3	-17,5	-51,9
- Driftsomkostninger	0,3	0,5	0,8	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	6,5
- Tilskud	2,5	4,9	7,4	9,9	12,3	14,8	17,3	19,7	58,4

Kilde: Egne beregninger

5.11.3. Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger

Ud over reduktionen i drivhusgasudledningen vil der være sideeffekter i form af reduceret kvælstofudvaskning. Det antages, at det vil være muligt at reducere kvælstofudvaskningen med 100 kg N/ha/år med en budgetøkonomisk værdi på 23 kr./kg (svarende til 31,05 kr./kg N i velfærdsøkonomisk gevinst). De velfærdsøkonomiske beregninger for det samlede tiltag med udtagning af 15.000 ha lavbundsjord ses i tabel 5.11.9. For lerjord og sandjord findes de velfærdsøkonomiske beregninger i tabel 5.11.7 og 5.11.8.

Tabel 5.11.7 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved udtagning af 7.500 ha lavbund på lerjord, mio. kr.

	Omkostninger			Indtægt	Sideeffekter		Drivhusgasreduktion, 1000 ton CO ₂ -ækv.	
	Jordren- tetab	Adm. omk.	Tilskud, EU		N-reduktion	Nettoomk.	Uden kulstof- lagring	Med kulstof- lagring
2013	0,4	5,5	0,7		2,9	2,3	0,9	10,6
2014	0,7	3,4	1,4		5,8	-3,0	1,9	21,1
2015	1,1	3,4	2,0		8,7	-6,3	2,8	31,7
2016	1,5	3,4	2,7		11,6	-9,5	3,7	42,2
2017	1,9	3,4	3,4		14,6	-12,7	4,7	52,8
2018	2,2	3,4	4,1		17,5	-15,9	5,6	63,4
2019	2,6	3,4	4,7		20,4	-19,1	6,5	73,9
2020	3,0	3,4	5,4		23,3	-22,4	7,5	84,5
Sum	13	29	24		105	-87	33,7	380,2
NPV 2009-2020	9	21	13		69	-53	22,2	250,3
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							-2.375	-210
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							736	65

Kilde: Egne beregninger

Ved udtagning af lavbund på ler vil der, som det fremgår af tabel 5.11.7, være en velfærdsøkonomisk gevinst på 210 kr./ton reduceret CO₂-ækvivalent, når kulstofbinding

og sideeffekter medtages. Hvis hverken sideeffekter eller kulstofbinding medregnes, vil der være en velfærdsøkonomisk omkostning på 736 kr./ton CO₂-ækvivalent.

Tabel 5.11.8. Velfærdsøkonomiske omkostninger ved udtagning af 7.500 ha lavbund på sandjord, mio. kr.

	Omkostninger		Indtægt	Sideeffekter		Drivhusgasreduktion, 1000 ton CO ₂ -ækv.	
	Jordrente- tab	Adm. omk.				Tilskud, EU	N-reduktion
2013	-	5,5	0,68	2,91	1,91	0,9	10,6
2014	-	3,4	1,36	5,82	-3,78	1,9	21,1
2015	-	3,4	2,03	8,73	-7,37	2,8	31,7
2016	-	3,4	2,71	11,64	-10,95	3,7	42,2
2017	-	3,4	3,39	14,55	-14,54	4,7	52,8
2018	-	3,4	4,07	17,47	-18,13	5,6	63,4
2019	-	3,4	4,74	20,38	-21,72	6,5	73,9
2020	-	3,4	5,42	23,29	-25,31	7,5	84,5
Sum	-	29	24	105	-100	33,7	380,2
NPV 2009-2020	-	21	13	69	-61	22,2	250,3
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.						-2.770	-245
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.					341	30	

Kilde: Egne beregninger

For sandjord er den velfærdsøkonomiske gevinst med sideeffekter og kulstoflagring 245 kr./ton CO₂-ækvivalent, hvorimod der vil være en omkostning på 341 kr./ton CO₂-ækvivalent, hvis kulstofbinding og sideeffekter udelades.

I tabel 5.11.9 ses de velfærdsøkonomiske beregninger for ler og sand under et. Her er den velfærdsøkonomiske gevinst med sideeffekter og kulstofbinding 228 kr./ton CO₂-ækvivalent, mens der vil være en omkostning på 539 kr./ton CO₂-ækvivalent, hvis kulstofbinding og sideeffekter ikke medtages.

Tabel 5.11.9. Velfærdsøkonomiske omkostninger ved udtagning af 15.000 ha lavbund på ler- og sandjord, mio. kr.

	Omkostninger			Indtægt	Sideeffekter		Drivhusgasreduktion, 1000 ton CO ₂ -ækv.	
	Jordren- tetab	Adm. omk.	Tilskud, EU		N-reduktion	Nettoomk.	Uden kulstof- lagring	Med kulstof- lagring
2013	0,4	11,0	1,4		5,8	4,2	1,9	21,1
2014	0,7	6,8	2,7		11,6	-6,8	3,7	42,2
2015	1,1	6,8	4,1		17,5	-13,6	5,6	63,4
2016	1,5	6,8	5,4		23,3	-20,4	7,5	84,5
2017	1,9	6,8	6,8		29,1	-27,2	9,4	105,6
2018	2,2	6,8	8,1		34,9	-34,1	11,2	126,7
2019	2,6	6,8	9,5		40,8	-40,9	13,1	147,9
2020	3,0	6,8	10,8		46,6	-47,7	15,0	169,0
Sum	13	59	49		210	-186	67,4	760,4
NPV 2009- 2020	9	41	26		138	-114	44,3	500,5
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							-2.572	-228
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							539	48

Kilde: Egne beregninger

5.11.4. Opsummering

Effekten på drivhusgasemissionerne ved udtagning af lavbund ses af tabel 5.11.10.

Tabel 5.11.10 Udtagning af lavbundsjord. Reduktion af CO₂-ækvivalenter, 1000 ton CO₂-ækv.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Gens. 2013-2020
Brændstof og lattergas	0,6	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	2,5
Lattergas	5,3	10,5	15,8	21,0	26,3	31,5	36,8	42,0	23,6
Metan	-3,9	-7,9	-11,8	-15,8	-19,7	-23,6	-27,6	-31,5	-17,7
Kulstoflagring	19,3	38,5	57,8	77,0	96,3	115,5	134,8	154,0	86,6
Samlet	21,1	42,2	63,4	84,5	105,6	126,7	147,9	169,0	95,0

Kilde: Egne beregninger

Opsummering af resultaterne for udtagning af lavbund til vedvarende græs på henholdsvis ler- og sandjord fremgår af tabel 5.11.11. Som det ses, er sideeffekter af afgørende betydning for virkemidlets omkostningseffektivitet. Med sideeffekter er udtagning af lavbundsjord forbundet med velfærdsøkonomiske gevinster for både lerjord og sandjord.

Tabel 5.11.11 Opsummerende tabel, udtagning af lavbund på 15.000 hektar ler- og sandjord

	Enhed	Periode	----- Resultat -----		
			Lerjord 50.000 ha	Sandjord 50.000 ha	Samlet 100.000 ha
Reduktion af drivhusgasser ekskl. kulstoflagring	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	7,5	7,5	15,0
Reduktion af drivhusgasser inkl. kulstoflagring	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	84	84	169
Velfærdsøkonomisk omkostning inkl. sideeffekter, ekskl. kulstoflagring	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2020)	-2.375	-2.770	-2.572
Velfærdsøkonomisk omkostning inkl. sideeffekter, inkl. kulstoflagring	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2020)	-210	-245	-228
Velfærdsøkonomisk omkostning ekskl. sideeffekter, ekskl. kulstoflagring	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2020)	736	341	539
Velfærdsøkonomisk omkostning ekskl. sideeffekter, inkl. kulstoflagring	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2020)	65	30	48
Årlige statsfinansielle omkostninger	Mio. kr./år	Gens. 2013-20			8,7
Årlige EU omkostninger	Mio. kr./år	Gens. 2013-20			6,1
Årlige omkostninger for landbrug	Mio. kr./år	Gens. 2013-20			-9,9

Kilde: Egne beregninger

5.12. Skovrejsning på højbund

5.12.1. Potentielt omfang og konsekvenser

Der er i Danmark en politisk målsætning om at fordoble skovarealet fra ca. 10 % i 1989 til ca. 20 % over en periode på 80-100 år. Målet kan nås med en årlig tilplantning af 4.000 - 5.000 ha landbrugsjord. Nærværende scenarium forudsætter en tilplantning på yderligere i alt 50.000 ha frem til 2020. Det forudsættes at skovrejsningen foretages på højbund ved udtagning af landbrugsarealer i omdrift.

Klimaeffekten ved skovrejsning opnås dels ved effekten af at udtage landbrugsjord og dels ved kulstofbinding i vedmassen. Mængden af kulstoflagringen er således afhængig af skovens alder og den stående vedmasse. I beregningerne er der anvendt en gennemsnitlig kulstofbinding over en omdriftsalder svarende til relevante træarter på de forskellige jordbundstyper. Kulstofbindingen i jord og især veddet er således udjævnet selvom der grundet skovens tilvækst vil være en stigende kulstoflagring over årene ved skovrejsning. Den største kulstoflagring vil principielt ligge udenfor den analyserede periode, hvilket ved anvendelse af årlige tal for kulstoflagring indtil 2020 ville undervurdere klimaeffekten af tiltaget betydeligt.

Til beregning af kulstoflagring er der anvendt rødgran som repræsentant for nåletræ og eg som repræsentant for løvtræ. Økonomiberegningerne er foretaget på blandings-skov med relevante træarter for skovrejsning på hhv. ler- og sandjord. Der er for nål anvendt en kulstoflagring på 10,3 t CO₂-ækv./ha/år i biomassen og 0,97 t CO₂-ækv./ha/år i jordens organiske lag. Ligeledes er der for løv anvendt en kulstoflagring på 6,63 t CO₂-ækv./ha/år i biomassen og 0,13 t CO₂-ækv./ha/år i jordens organiske lag (Vesterdal, 2009).

N-udvaskningen fra skovbevoksede arealer er lav, men med en vis dynamik over om-driften. Der forventes en reduktion fra rodzonen i nitratudvaskningen på 50 kg N/ha (Olesen et al., 2004).)

Tabel 5.12.1 Konsekvensskema for udtagning af højbundsarealer til skov, ler- og sandjord

	Enhed	Lerjord Effekt	Sandjord Effekt
Budgetøkonomisk jordrentetab	Kr./år/ha	1.122,90	0,00
Skovrejsning (annuieret værdi)	Kr./år/ha	-3.421,58	-1.854,78
Budgetøkonomisk værdi af tilskud (annuieret)	Kr./år/ha	1.691,51	1.122,61
Skovrejsning (annuieret værdi inkl. tilskud)	Kr./år/ha	-1.730,08	-732,17
Totalt Budgetøkonomisk jordrentetab	Kr./år/ha	2.852,98	732,17
Velfærdsøkonomisk jordrentetab	Kr./år/ha	1.606,50	0,00
Skovrejsning (annuieret værdi)	Kr./år/ha	-4.619,14	-2.503,95
Velfærdsøkonomisk værdi af tilskud (annuieret)	Kr./år/ha	1.255,94	833,54
Skovrejsning (annuieret værdi inkl. tilskud)	Kr./år/ha	-3.363,19	-1.670,42
Totalt velfærdsøkonomisk jordrentetab (uden adm. omk.)	Kr./år/ha	4.969,69	-1.670,42
Sparet energiforbrug	Ton-CO ₂ /år/ha	0,30	0,10
Reduktion af lattergas (N ₂ O)	Ton-CO ₂ -ækv./år/ha	0,64	0,64
Kulstoflagring	Ton-CO ₂ /år/ha	6,76	11,27
Samlet reduktion af drivhusgasser	Ton-CO ₂ -ækv./år/ha	7,70	12,01
Reduceret N-udvaskning	Kg N/år/ha	50,00	50,00
Reduktion i N-udvaskning	Kr./kg N	23,00	23,00
Årlig udtagning	Ha	3.125	3.125

Kilde: Egne beregninger

5.12.2. Driftsøkonomisk vurdering

De økonomiske konsekvenser ved skovrejsning beregnes som indtægter fra den pri-mære skovdrift fratrukket alternativomkostningerne (mistet jordrente) ved ophør med landbrugsdrift på de omfattede arealer. Beregningerne af jordrentetabet ved ophør med landbrugsdrift er beskrevet under virkemidlet “Udtagning af højbundsarealer”.

Jordrenten ved skovrejsning er vanskelig at vurdere og meget usikker, da skovrejs-ning er forbundet med lang omdriftstid og dermed en lang tidshorisont. Skovrejsning

er forbundet med store anlægsudgifter, og løbende udgifter til vedligeholdelse m.m. samt indtægter fra skovning, jagtleje, m.m. Et eksempel på produktion og arbejdsbehov for en omdrift af bøg er vist i tabel 5.12.2. Lignende skemaer er opstillet for hver af de træarter der indgår i beregningerne. Tabel 5.12.2 viser vedproduktionen i 10-årige perioder. Det fremgår af tabel 5.12.2 at en stor del af bøgækævlerne afsættes som Junckerkævler, og en ikke ubetydelig del som brænde, enten brænde der oparbejdes af ansatte i skoven eller sankebrænde oparbejdet af private. Ved tilplantning i 2013 viser tabel 5.12.2 indirekte, at tilvæksten og dermed kulstofbindingen er størst efter den analyserede periode 2013-2020. Dette nødvendiggør at beregningerne løber over en hel omdrift for de forskellige træarter, der indgår i analysen.

Tabel 5.12.2 Konsekvensskema for bøg

Driftsklasse	Bøg										
Omdriftsalder:	100										
Omdriftstid:	98										
	Enhed	----- Periode -----									
Vedproduktion		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Brænde, ukløvet	Kfm	0,0	0,0	0,0	26,6	44,2	47,3	31,1	15,6	11,8	25,2
Junckerkævler	Kfm	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	7,9	36,4	49,3	43,0	134,1
Kævler 25-29 cm	Kfm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	4,0	7,0	14,0
Kævler 30-34 cm	Kfm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	4,0	8,6	16,7
Kævler 35-39 cm	Kfm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	4,0	33,6
Kævler 40-49 cm	Kfm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7
Kævler 50-59 cm	Kfm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kævler >60 cm	Kfm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Svellekævler	Kfm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,2
Sankebrænde	Kfm	0,0	0,0	6,0	5,1	2,7	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
IUV	Kfm	0,0	0,0	54,7	31,6	12,7	13,6	6,0	4,0	4,0	14,0
Skovning & Transport											
Motorman. skovn. mask.	Timer	0,0	0,0	0,0	26,6	46,5	49,6	42,5	32,3	28,6	86,7
Motorman. skovn. arb.	Timer	0,0	0,0	0,0	26,6	46,5	49,6	42,5	32,3	28,6	86,7
Maskinskovn. mask.	Timer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maskinskovn. arb.	Timer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Udkørsel mask.	Timer	0,0	0,0	0,0	4,0	7,4	7,9	7,9	6,7	5,6	15,6
Udkørsel arb.	Timer	0,0	0,0	0,0	4,0	7,4	7,9	7,9	6,7	5,6	15,6
Udslæbning mask.	Timer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	1,9	10,5
Udslæbning arb.	Timer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	1,9	10,5
Flishugning mask.	Timer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flishugning arb.	Timer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

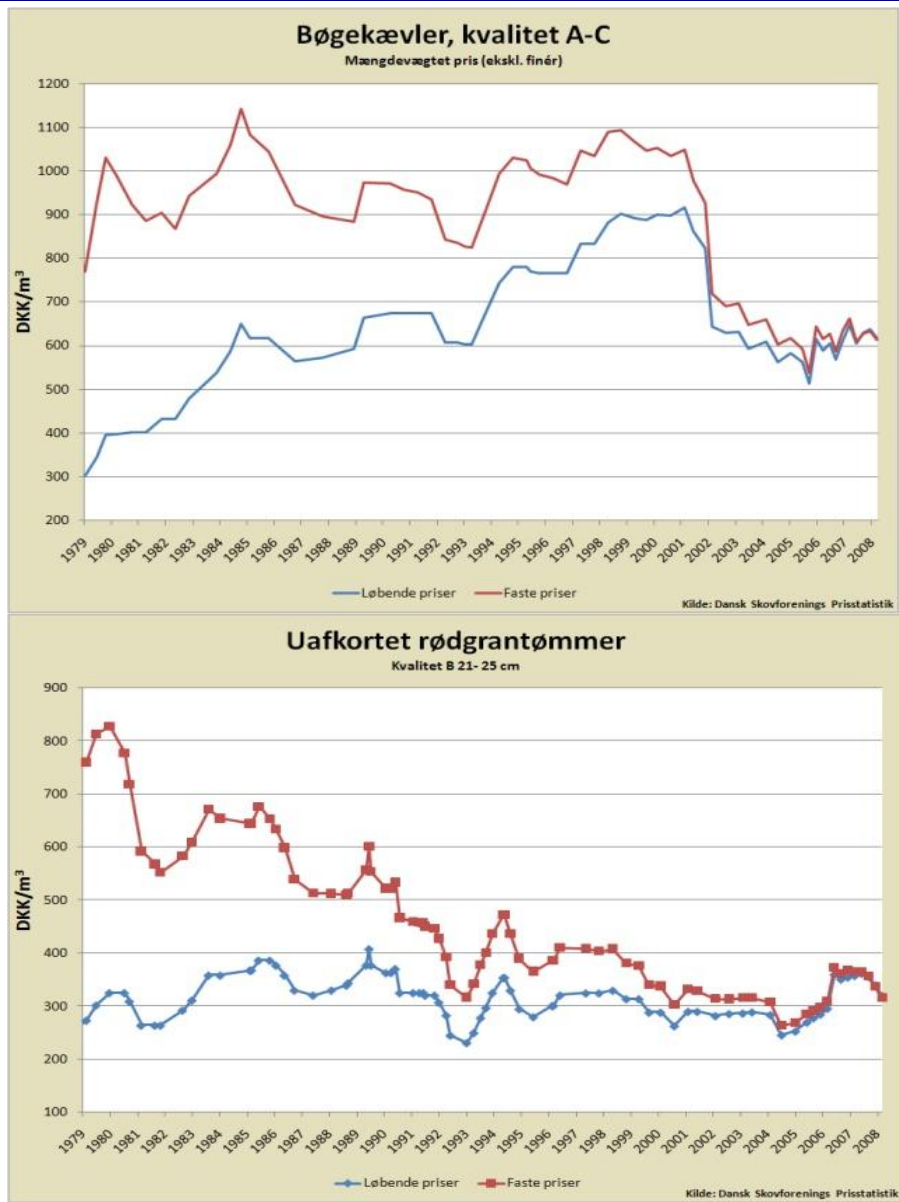
Kilde: Damgaard et al. (2001)

I løbet af en omdrift er der dels usikkerhed om biotiske og abiotiske risici samt usikkerhed forbundet med tilskud og i særdeleshed udviklingen i råtræspriserne, hvilket bl.a. stormfaldene i 1999 og 2005 er eksempler på. Stormfaldende medførte faldene

priser, der dog nu er på vej op igen. Ligeledes har politiske beslutninger i ind- og især udland omkring eksport af råtræ indflydelse på prisdannelse på det danske råtræsmarked. Den nuværende finansielle krise påvirker markedet for råtræ i negativ retning.

Nærværende beregninger tager udgangspunkt i Damgaard et al. (2001), der omfatter deltaljerede budget- og velfærdsøkonomiske beregninger af jordrenterne ved skovrejsning i 1997-priser. I forhold til 1997-priser er der et generelt lavere prisniveau for råtræ nu. Som det fremgår af nedenstående figur, er bøgekævler faldet med godt 40 % i faste priser og ca. 25 % i løbende priser siden 1997. For nåletræ er der tale om et fald på 25 % i faste priser, mens niveauet er nogenlunde uændret i løbende priser i forhold til 1997. De oprindelige beregninger i Damgaard et al. (2001) er tilpasset det nuværende prisniveau ligesom tilskud til skovrejsning er medregnet.

Figur 5.12.1: Prisudviklingen på råtræ 1979-2008



Kilde: Dansk Skovforenings Prisstatistik

Jordrenten ved skovrejsning er beregnet for hhv. lerjord og sandjord. Der forudsættes en træartsfordeling på de to jordtyper, som i forenklet form svarer til fordelingen af

hovedtræarterne på hhv. ler- og sandjord i skovbruget. Dvs. med hovedvægten på løvtræ på lerjord, mens nåletræ er dominerende på sandjord. Træartsfordelingen på de forskellige jordbundstyper fremgår af tabel 5.12.3.

Tabel 5.12.3 Træartsfordeling på ler- og sandjord, annuieret jordrente og investeringsbehov pr. hektar

	Andel i blandskov (%)	----- Investering -----		Annuieret jordrente (5 %)	
		Kr./ha	Kr./ha blandskov	Kr./ha	Kr./ha blandskov
Lerjord					
Bøg	30	59.676,18	17.902,85	-3.871,95	-1.161,58
Eg	60	54.447,12	32.668,27	-3.378,36	-2.027,02
Ask (andet løv)	10	31.062,31	3.106,23	-2.329,82	-232,98
I alt/ha	100		53.677,35		-3.421,58
Skovrejsningstilskud (Plantning + hegn)			31.000,00		1.691,51
I alt/ha inkl. skovrejsningstilskud			22.677,35		-1.730,08
Sandjord					
Eg	30	54.447,12	16.334,13	-3.378,36	-1.013,51
Rødgran	50	21.981,95	10.990,98	-1.151,36	-575,68
Skovfyr	20	24.463,89	4.892,78	-1.327,95	-265,59
I alt/ha	100		32.217,89		-1.854,78
Skovrejsningstilskud (Plantning + hegn)			22.000,00		1.122,61
I alt/ha inkl. skovrejsningstilskud			10.217,89		-732,17

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.12.3 viser udover træartsfordelingen også den annuierede værdi skovrejsning på ler- og sandjord med og uden tilskud. Tilskuddene er baseret på at skovrejsningen foregår i skovrejsningsområder, hvor der kan opnås et højere tilskud end på skovrejsningsneutrale områder. Tilskudsordningen er beskrevet nedenfor.

Som det fremgår af tabellen er der uden inddragelse af evt. tilskud en negativ jordrente forbundet med skovrejsning. For lerjord viser beregningerne en gennemsnitlig annuieret budgetøkonomisk jordrente i størrelsesordenen minus 3.400 kr./ha ved skovrejsning. På sandjord er den tilsvarende jordrente beregnet til minus 1.900 kr./ha. Ved at inddrage den annuierede værdi af tilskuddene fremgår det af tabellen, at omkostningerne til skovrejsning falder til ca. halvdelen. På lerjord er den annuierede værdi af skovrejsning inklusiv tilskud beregnet til minus 1.700 kr./ha. Tilsvarende er den annuierede værdi på sandjord inklusiv tilskud beregnet til minus 700 kr./ha.

Beregningerne viser således at der er større omkostninger forbundet med tilplantning af lerjord end tilfældet er for sandjord. Årsagen til dette tilsyneladende paradoksale

resultat, er den væsentlig højere løvtræsandel ved tilplantning af lerjord. På grund af betydelig længere omdriftstid giver løvtræ et væsentligt ringere afkast end nåletræ – på trods af den bedre jordbonitet. Når der alligevel forudsættes en høj løvtræsandel ved skovrejsning på sandjord, afspejler det den gældende skovrejsningspolitik, hvor bl.a. rekreative og landskabsæstetiske hensyn betyder, at løvtræ foretrækkes frem for nåletræ.

Yderligere er der en tabt jordrente forbundet med ophør med landbrugsdrift. I 2009 er dette jordrentetab pga. lave kornpriser kun aktuelt på lerjord. I 2009 er jordrentetabet ved udtagning af lerjord beregnet til ca. 1.100 kr./ha. Det samlede jordrentetab ved skovrejsning på lerjord er således ca. 3.000 kr./ha. Tilsvarende er det samlede jordrentetab ved skovrejsning på sandjord ca. 700 kr./ha, når der regnes i 2009-priser. Jordrentetabet ved udtagning af landbrugsjord varierer betydeligt over årene afhængigt af især kornpriserne.

Skovrejsning på landbrugsjord medfører en væsentlig forbedring af jagtmulighederne. Jagtlejeindtægter varierer meget, afhængigt af jagtarealets karakter og geografiske placering. Generelt er jagtlejen størst på øerne og jagtlejen i skovområder ligger over rene agerjordsarealer. Det vurderes at jagtlejen er ca. 200 kr./ha højere hvis arealet er helt eller delvist tilplantet med skov (Schou, 2003). Ved inddragelse af den ekstra jagtleje falder jordrentetabet til ca. 2.800 kr./ha på lerjord og til ca. 500 kr./ha på sandjord.

5.12.3. Skovrejsningstilskud

Private der ønsker at rejse skov på landbrugsjord kan få støtte til skovrejsningen. Støtten er betinget af, at arealet ligger indenfor enten et skovrejsnings neutralt (ikke skovrejsningsområde) eller et skovrejsningsområde. Yderligere er støtten bl.a. betinget af, at der tinglyses fredskovspligt efter skovlovens § 4 og at landbrugsjorden skal være egnet til bæredygtig skovdrift. Støtten udbetales i flere rater, hvor den første og anden rate er investeringstilskud, der gives når projektet er påbegyndt, og anden rate udbetales når projektet er gennemført. Yderligere gives der tilskud til hegn, lokalitetskortlægning, kort og arealfastsættelse i forbindelse med første rate. Som noget nyt kan der fra 2009 gives enkeltbetalingsstøtte til skovrejsning. I praksis betyder dette, at der kan opnås et årligt tilskud på p.t. ca. 2.300 kr./ha. Enkeltbetaling til skovrejsning kan både opnås på skovrejsningsneutrale og på skovrejsningsområder. Det afgørende for at få enkeltbetalingsstøtten er, at der blev udbetalt enkeltbetaling i 2008. Det kræves desuden, at der udover skovrejsningen er en landbrugsaktivitet på ejendommen. Enkeltbe-

talingstilskuddet er i samme størrelsesorden (2.300 kr.) som den indkomstkompensation det tidligere var muligt at få de første 10 år efter etablering. Dog med den forskel at enkeltbetalingen som udgangspunkt ikke stopper efter 10 år, men fortsætter så længe ordningen eksisterer. Til dette bør nævnes at det for nyligt afsluttede sundhedstjek af EU's landbrugspolitik ikke ændrer på støtteordninger indtil 2013. Efter 2013 kan der forventes en mindre enkeltbetalings støtte grundet nye landes optag i EU, og en erklæring om at nye lande skal have samme støtte pr. ha som eksisterende lande. Det kan på nuværende tidspunkt ikke siges hvor stort enkeltbetalings støtten efter 2013 bliver.

Produktions- og miljøtilskud behandles forskelligt i den budget- og velfærdsøkonomiske analyse. I den budgetøkonomiske analyse indgår alle tilskud fuldt som bidrag til bedrifternes samlede indtjening. I modsætning hertil er den velfærdsøkonomiske værdi af tilskuddene afhængig af deres finansiering. Såfremt et tilskud finansieres fuldt af den danske stat eller andre nationale kasser, udgør tilskuddet alene en national omfordeling uden en direkte velfærdsøkonomisk effekt. Derimod repræsenterer tilskud f.eks. under EUs enkeltbetaling der er fuldt finansieret af EU, en ren valutaindtjening til Danmark, forudsat Danmarks betalinger til EU fortsat er uafhængige af de modtagne tilskud. Derfor indgår EU-finansierede tilskud fuldt som en velfærdsøkonomisk indtjening. Som nævnt er det ved privat skovrejsning muligt at få tilskud til dækning af etableringsudgifterne. Tilskuddet gives jf. EU rådsforordningen nr. 1698/2005, og finansieres med 45 procent af den danske stat og 55 procent af EU. Tilskud til privat skovrejsning kan gives efter flere modeller, men generelt skelnes der mellem om arealerne ligger i skovrejsningsområde eller neutralt område. En oversigt over de forskellige typer tilskud vises i tabel 5.12.14. Som det fremgår, kan der til anlæg opnås et tilskud på 25.000 kr./ha ved skovrejsning i skovrejsningsområder. I neutrale områder er dette tilskud på 20.000 kr. Yderligere kan der opnås tilskud til bl.a. skånsom jordbearbejdning og hegning. I beregningerne er det forudsat at skovrejsningen foregår i skovrejsningsområder, og der her opnås tilskud til plantning og hegning. Foregår skovrejsningen i neutrale områder vil der som det fremgår af tabel 5.12.4 opnås et mindre tilskud, hvilket set over en trægeneration vil gøre tiltaget marginalt dyrere.

Tabel 5.12.4 Skovrejsningstilskud

Plantning (såning)	Skovrejsningsområde kr./ha			Neutralt område kr./ha		
	1. rate	2. rate	I alt	1. rate	2. rate	I alt
A. Anlæg:						
Plantning af løvskov/skovbryn	16.000	9.000	25.000	13.000	7.000	20.000
Plantning af nåleskov	10.000	6.000	16.000	8.000	5.000	13.000
Ekstensiv plantning (hjemme- hørende arter)	10.000	6.000	16.000	8.000	5.000	13.000
Såning	10.000	6.000	16.000	8.000	5.000	13.000
B. Tilskud til særlig pleje:						
	3.000 kr./ha					
Pesticidfri anlæg og pleje	(udbetales i 3					
	lige store rater)					
	3.000 kr./ha					
Skånsom jordbearbejdning	(udbetales i 3					
	lige store rater)					
Kombineret pesticidfri anlæg og	9.000 kr./ha					
pleje og skånsom jordbear-	(udbetales i 3					
bejdning	lige store rater)					
	15 kr./m (udbe-					
	tales sammen					
C. Hegn:	med 1. rate)					
D. Forberedende undersøgel-						
ser:						
Lokalitetskortlægning	1.000 kr. + 200					
	kr./ha					
Kort/arealfastsættelse	500 kr. + 50					
	kr./ha					

Kilde: Skov og Naturstyrelsen

5.12.4. Budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger

Som det fremgik i ovenstående kapitel 5.12.2 er der store budgetøkonomiske omkostninger forbundet med skovrejsning. Især er der på lerjord en betragtelig budgetøkonomisk omkostning forbundet med skovrejsning, hvilket dels skyldes den tabte jordrente ved udtagning, dels den dårlige økonomi i skovdriften. Tabel 5.12.5 viser de samlede omkostninger forbundet med skovrejsning på ler- og sandjord under et. Af tabel 5.12.5 fremgår det, at der forudsættes en årlig tilplantning på 6.250 ha. De budgetøkonomiske nettoomkostninger er beregnet til en nutidsværdi på ca. 357 mio. kr. Der er således store budgetøkonomiske omkostninger forbundet med skovrejsning.

Tabel 5.12.5 Skovrejsning. Samlet udtagning. Budgetøkonomiske nettoomkostninger, mio. kr.

År	Samlet udtagning i ha.	Annuiseret værdi af investering og jordrente	Jordrentetab ved udtagning	Nettoomkostning Annuiseret
2013	6.250	-8	4	11
2014	12.500	-15	7	22
2015	18.750	-28	11	39
2016	25.000	-41	14	55
2017	31.250	-54	18	72
2018	37.500	-67	21	88
2019	43.750	-80	25	105
2020	50.000	-93	28	121
2021	50.000	-93	28	121
2022	50.000	-93	28	121
2023	50.000	-93	28	121
2024	50.000	-93	28	121
2025	50.000	-93	28	121
2026	50.000	-93	28	121
2027	50.000	-93	28	121
2028	50.000	-93	28	121
2029	50.000	-93	28	121
2030	50.000	-93	28	121
2031	50.000	-93	28	121
2032	50.000	-93	28	121
2033	50.000	-93	28	121
2034	50.000	-93	28	121
2035	50.000	-93	28	121
2036	50.000	-93	28	121
2037	50.000	-93	28	121
2038	50.000	-93	28	121
NPV (2013-2020)		-254	104	357

Kilde: Egne beregninger

Klimaeffekten ved en årlig tilplantning som den viste i tabel 5.12.6 fremgår af tabel 5.12.7. Den gennemsnitlige effekt på brændstof, metan, lattergas og kulstoflagring i perioden år 2013- 2020 er beregnet til ca. 280.000 ton CO₂-ækv. Den langt overvejende klimaeffekt skyldes kulstoflagring.

Tabel 5.12.6 Skovrejsning. Samlet udtagning. Reduktion af CO₂-ækvivalenter, ton CO₂-ækv.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Gens. 2013-2020
Brændstof, metan og lattergas	5.850	11.700	17.550	23.400	29.250	35.100	40.950	46.800	26.325
Kulstoflagring i ved og jord	56.344	112.688	169.031	225.375	281.719	338.063	394.406	450.750	253.547
I alt	62.194	124.388	186.581	248.775	310.969	373.163	435.356	497.550	279.872

Kilde: Egne beregninger

Effekten på motorbrændstof, vandmiljø og pesticider fremgår af tabel 5.12.7. Sammenlignet med traditionel landbrugsdrift køres der meget mindre ved skovdrift. Dette bevirker en besparelse på 450.000 GJ i 2020. Effekten på vandmiljø m.v. skyldes overgangen fra landbrugsjord til en mere ekstensiv dyrkningsform ved skovdrift. Der gødes stort set ikke i traditionel skovdrift, ligesom anvendelse af pesticider er begrænset til etableringsfasen. Dette betyder at der kan opnås en kvælstofreduktion på ca. 11.000 ton N ved tiltaget. Pesticidforbruget vil falde med 2,4 %, hvilket som sagt skyldes overgangen til en mere ekstensiv dyrkningsform.

Tabel 5.12.7 Skovrejsning. Samlet udtagning. Opgørelse af effekt i år 2020 på VE og energibesparelser

Effekt på motorbrændstof	Sparede GJ	450.000
Effekt på vandmiljømålsætning ler/sand	Samlet reduktion af N i ton	11.250
Andre målsætninger	Reduceret pesticidanvendelse	2,4 %

Kilde: Egne beregninger

De velfærdsøkonomiske konsekvenser ved en årlig tilplantning på 6.250 ha fremgår af tabel 5.12.8. De velfærdsøkonomiske nettoomkostninger ved skovrejsning er beregnet som de samlede omkostninger ved skovdriften, jordrentetabet ved udtagning af landbrugsjord i omdrift samt administrationsomkostninger fratrasket værdien af sideeffekter. Indregnes sideeffekter i form af reduceret kvælstofudvaskning og kulstoflagring er CO₂-skyggeprisen ca. 164 kr. pr. ton CO₂-ækv. Uden værdi af sideeffekter, men med kulstoflagring er CO₂-skyggeprisen ca. 328 kr. pr. ton CO₂-ækv. Uden sideeffekter og uden kulstoflagring stiger den samfundsøkonomiske skyggepris til knap 2.500 kr. pr. ton CO₂-ækv., men så længe sideeffekter og kulstoflagring medregnes, fremstår skovrejsning som et omkostningseffektivt tiltag.

Tabel 5.12.8 Skovrejsning. Samlet udtagning. Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger, mio. kr.

	Inv.	Annueret værdi af skovdrift	Jordrentetab	Værdi af N-reduk.	Adm. omk.	Netto- omk.	Reduktion af CO ₂ ækv. Uden Med kulstoflagr. kulstoflagr. 1000 ton 1000 ton	
2013	139	-10	5	10	118	124	6	62
2014	139	21	9	19	0	11	12	124
2015	139	38	14	29	0	23	18	187
2016	139	56	19	39	0	36	23	249
2017	139	73	24	49	0	49	29	311
2018	139	91	28	58	0	61	35	373
2019	139	108	33	68	0	74	41	435
2020	139	126	38	78	0	86	47	498
Sum	1.110	524	171	349	118	463	211	2.239
NPV 2009-20	775	341	376	230	97	114	139	1.474
Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							825	164
Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.							2.484	328

Kilde: Egne beregninger

De samlede budgetøkonomiske omkostninger forbundet med skovrejsning for EU, staten og erhvervet fremgår af tabel 5.12.9. Virkemidlet vil indebære statslige omkostninger med en nutidsværdi på ca. 280 mio. kr. hvoraf en stor del er tilskud til skovrejsning. Skovrejsningstilskuddet er beregnet til ca. 84 mio.kr. årligt, fordelt på hhv. 46 mio. kr. fra EU og 38 mio.kr. fra staten. De annuierede årlige omkostninger forbundet med skovrejsning varierer i perioden fra 20-160 mio. kr. Omkostningerne følger tilplantningshastigheden.

Tabel 5.12.9 Skovrejsning. Samlet udtagning. Budgetøkonomiske nettoomkostninger, mio. kr.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	NPV 2009- 2020
EU	46	46	46	46	46	46	46	46	259
Stat	125	38	38	38	38	38	38	38	284
Administration	88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72
Tilskud	38	38	38	38	38	38	38	38	212
Landbrug/skovbrug									
Driftsomk. (annuierede inkl. tilskud)	20,00	40,00	59,99	79,99	99,99	119,99	139,98	159,98	474

Kilde: Egne beregninger

5.12.5. Opsummering af resultater

En opsummering af resultaterne ses i tabel 5.12.10. Den tidligere omtalte forskel på ler- og sandjord fremgår tydeligt. På sandjord er CO₂-skyggeprisen negativ, mens skovrejsning på lerjord er forbundet med positive reduktionsomkostninger. På sandjord er CO₂-skyggeprisen inklusive sideeffekter (reduceret kvælstofudvaskning) og kulstoflagring minus 210 kr. pr. ton CO₂-ækv., mens reduktionsomkostningerne på lerjord er positive med en CO₂-skyggepris på 529 kr. pr. ton CO₂-ækv. Den samlede udtagning er beregnet som et simpelt gennemsnit af de to jordbundstyper. En evt. forholdsommæssig større tilplantning på sandjord vil kunne reducere omkostningerne ved tiltaget.

Det skal understreges, at beregningerne er behæftet med stor usikkerhed, især på grund af de lange omdriftsaldre og den usikkerhed der knytter sig til fremskrivning af priserne på råtræ m.v. over en tidshorisont på 70-100 år.

Tabel 5.12.10 Opsummerende tabel, udtagning af højbundsarealer til skov, sand- og lerjord

	Enhed	Periode	----- Resultat -----		
			Sandjord	Lerjord	Samlet
Reduktion af drivhusgasser uden kulstoflagring	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	23	23	47
Reduktion af drivhusgasser med kulstoflagring	1000 ton CO ₂ -ækv.	2020	305	192	498
Samfundsøkonomisk omkostning inkl. kulstoflagring, inkl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2038)	-210	529	159
Samfundsøkonomisk omkostning inkl. kulstoflagring, ekskl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2020)	-83	731	324
Samfundsøkonomisk omkostning ekskl. kulstoflagring, inkl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2038)	-2.742	4.352	805
Samfundsøkonomisk omkostning ekskl. kulstoflagring, ekskl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009-2038)	-1.084	6.011	2.463
Årlige statsfinansielle omkostninger	Mio. kr./år	Gens. 2013-20	24	24	49
Årlige nettoomkostninger for skovbruget	Kr./år	Gens. 2013-20	87	87	174

Kilde: Egne beregninger

5.12.6. Andre afledte effekter af skovrejsning

Der er væsentlige positive afledte effekter forbundet med skovrejsning ud over reduceret kvælstofforurening. Skovrejsning medfører især en positiv rekreativ værdi. De væsentligste afledte effekter af skovrejsning fremgår af tabel 5.12.11.

Tabel 5.12.11 Afledte miljøeffekter for virkemidlet skovrejsning

Pesticidanvendelse	Meget begrænset anvendelse af pesticider.
Biodiversitet - direkte effekt	Agerlandsnatur konverteres til skovnatur med større biodiversitet.
Effekter på rekreative muligheder	Skove har en vigtig funktion til rekreative formål.
Andet	Der er en risiko for øget udvaskning af cadmium i takt med forsuren af skovbunden.

Kilde: Egne beregninger

5.12.7. Samlet vurdering

Skovrejsning vurderes til potentielt at kunne gennemføres på 50.000 ha. Virkemidlet antages at blive implementeret på landbrugsjorde i omdrift, hvor landbrugsdriften så ophører. Beregningerne viser, at der er en væsentlig negativ jordrente forbundet med selve skovrejsningen. Skovrejsning indebærer ifølge beregningerne således en væsentlig driftsøkonomisk omkostning. Klimapolitisk er tiltaget omkostningseffektivt på sandjord, mens der for lerjord er tale om en CO₂-skyggepris, som formentlig ligger over skyggeprisen for det ikke-kvotefattede område. Skovrejsning er dog beregnet uden kvantificering af de afledte miljøeffekter i form af rekreative goder. Kvantificering af rekreative goder vil kunne forbedre velfærdsøkonomien ved skovrejsning væsentligt i områder med stort rekreativt potentiale – det vil primært sige bynære skovrejsningsområder. Ligeledes vil skovrejsning i vandindvindingsområder kunne give væsentligt større velfærdsøkonomiske gevinster, end det har været muligt at beregne her.

5.13. Reduktion af svinebestanden

Beregningsscenarierne omfatter en kvotereguleret reduktion på hhv. 10 og 20 % af svineproduktionen. Som beskrevet i afs. 3.9 forudsættes det, at reguleringen sker ved anvendelse af omsættelige kvoter i lighed med markedet for mælkekvoter. Det antages, at en kvotebørs vil blive etableret i 2013 og reduktionen vil være fuldt implementeret fra 2014.

Som det fremgår af grundfremskrivningen med AGMEMOD-modellen i afs. 2.2 (figur 2.2.3), forventes svineproduktionen (uden indgreb) at ville ligge nogenlunde konstant på 2007/2008-niveau frem til 2020. I de følgende beregninger er der anvendt 2008-tal for svinebestanden. I 2008 var der godt 1,02 mio. DE svin i Danmark (Danmarks statistik, 2009). En reduktion på 10 % af svinebestanden svarer således til 102.000 DE.

5.13.1. Omkostninger og klimaeffekter ved reduceret svineproduktion

Udledningen af drivhusgasser (metan og lattergas) fra svin blev i Fødevareministeriet (2008) med de nye emissionsfaktorer opgjort til 113 kg CO₂-ækv./svin og 1.320 kg CO₂-ækv./DE¹³. Med de gamle emissionsfaktorer er emissionen 120 kg CO₂-ækv./svin på årsbasis, hvilket er 1,06 gange mere end de 113 CO₂-ækv./svin. Proportionalt hermed kan emissionen pr. DE beregnes til 1.402 CO₂-ækv. (1,06 x 1.320). Det samlede reduktionsomfang fremgår af tabel 5.13.1.

De gødningsrelaterede tiltag (bioafgasning, afbrænding og forsuring), der er analyseret i denne rapport, forventes at kunne reducere udledningen af metan og lattergas pr. svin med omkring en fjerdedel (Olesen, 2009). I det følgende forudsættes det dog, at det er besætninger, der ikke har gennemført tiltag til reduktion CO₂-udledningen, som stopper. Denne antagelse begrundes med, at bedrifter med moderne staldsystemer m.v. forventes at have en højere lønningsevne end bedrifter, der ikke har investeret i nye staldsystemer. Det er således bedrifter med et nedslidt kapitalapparat, der forventes at ophøre med svineproduktion ved den forudsatte kvoteordning.

Tabel 5.13.1 Konsekvensskema for en reduktion af svineproduktionen på hhv. 10 % og 20 %

	Enhed	Effekt 10 %	Effekt 20 %
Reduktion af svinebestand	Antal DE	102.229	204.459
Driftsøkonomiske omkostninger	Mio. kr./år	103	205
Reduktion af metan og lattergas (gamle IPCC)	1000 ton CO ₂ -ækv./år	143	287
Reduktion af NH ₃	Ton NH ₃ /år	2.300	4.600
Reduktion af N-udvaskning	Ton N/år	409	818

Kilde: Egne beregninger samt Olesen (2009)

Ammoniakemissionen fra svineproduktion er i midtvejsevaluering af Vandmiljøplan III beregnet til 22.951 tons NH₃-N i 2007, hvilket svarer til 22,5 kg NH₃-N/DE (Waagepetersen et al., 2008). Det skal det nævnes, at ammoniakemissionen i fremtiden forventes reduceret bl.a. ved indførelse af bedre staldsystemer. I nærværende analyse regnes der ud fra et basisscenarium med den nuværende teknologi, hvorfor ammoniakeffekten af en reduktion i svinebestanden muligvis overestimeres. Hvad kvæl-

¹³ Siden denne undersøgelse blev påbegyndt, er en ny husdyrbekendtgørelse trådt i kraft (juli 2009). Bekendtgørelsen ændrer på opgørelsen af antal husdyr pr. DE. Da den ændrede opgørelse ikke har betydning for de beregnede reduktionsomkostninger, indgår ændringen ikke i rapportens analyser.

stofforurening angår, forudsættes en reduceret udvaskning på 4 kg N/DE (Schou et al., 2007).

5.13.2. Driftsøkonomisk tab ved reduktion af svineproduktionen

Foder er en væsentlig omkostning ved svineproduktion. Som omtalt i afs. 4.5 forventes der ikke væsentlige ændringer i realprisen på hvede og byg, mens realprisen på sojaskrå ifølge AGMEMOD-modellen forventes at være svagt faldende frem til 2020. Realprisen på svinefoder kan dermed antages udvise en svagt faldende tendens i beregningsperioden 2013-20.

Ud over foderprisen påvirker udnyttelsen af foderet (foderproduktiviteten) foderomkostningerne pr. produceret kilo svinekød. Foderproduktiviteten er hidtil vokset relativt langsomt. I perioden 2000-2009 blev foderproduktiviteten således forbedret med ca. 1 % (Damgaard, 2009). Slagtesvin tildeles fra fravænning til slagting ca. 244 Fe til en samlet pris på 482 kr. (1,98 kr./Fe) (Budgetkalkuler 2009). En foderproduktivitetsforøgelse i 2009-priser på 1 %, svarer derfor til en sparet foderudgift på ca. 5 kr. pr. slagtesvin. På den baggrund forventes det, at foderproduktivitetsstigninger vil give et beskedent bidrag til forbedring af svineproduktionens økonomi frem til 2020.

Basisfremskrivinger med AGMEMOD-modellen i afs. 4.5 (tabel 4.5.2) viser en svagt faldende realpris på svinekød, der for perioden 2013-20 ligger 3-4 % under 2009-prisen på svinekød i Budgetkalkuler 2009. Da der ligeledes er forventninger om en svagt faldende foderpris og en beskedent stigning i foderproduktiviteten, antages det, at prisrelationerne i 2009 nogenlunde afspejler de prisrelationer, der kan forventes i svineproduktionen i perioden 2013-20.

Tabel 5.13.2 Dækningsbidrag og omkostninger ved hhv. 10 % og 20 % reduktion af svineproduktionen

	Søer og smågrise	Slagtesvin	I alt vægtet gennemsnit
Samlet DBI pr. DE for svin, kr.	1.867	643	1.004
Omkostning ved 10 % reduktion (mio.kr.)	191	66	103
Omkostning ved 20 % reduktion (mio.kr.)	382	131	205

Kilde: Egne beregninger

Beregningerne for svin er baseret på hele processen fra produktion af smågrise til slagtesvin. Som det fremgår af tabel 5.13.2, tager beregningerne udgangspunkt i en specialiseret smågriseproduktion og en specialiseret slagtesvineproduktion. Indtjenin-

gen i svineproduktionen er opgjort som DBII. Dvs. det nettoafkast, der er tilbage, når alle omkostninger er afholdt inkl. aflønning af arbejdskraften (egen såvel som lejet) samt afskrivninger og forrentning af den investerede kapital. DBII for en integreret produktion er beregnet til 1.000 kr. per DE. For slagtesvin alene er dækningsbidraget på 643 kr./DE, mens der i smågriseproduktionen er beregnet et dækningsbidrag på 1.867 kr./DE. Ved de gældende prisrelationer er der således væsentligt bedre økonomi i produktion af smågrise end videreopdræt af smågrisene til slagtesvin. Tendensen til bedre rentabilitet i smågriseproduktionen har gjort sig gældende i en årrække, hvilket har resulteret i en faldende slagtesvineproduktion her i landet og en stærkt stigende eksport af smågrise.

De beregnede afkast ligger væsentlig over de i Fødevareministeriet (2008) beregnede resultater, som udviste et underskud. Forbedringen i svineproduktionens økonomi i 2009 skyldes bedre priser og ikke mindst stærkt faldende foderomkostninger. Tallene indikerer, at økonomien i svineproduktionen er ved at nå op på et mere normalt niveau efter et par år med meget ringe indtjening. Som ovenfor nævnt antages det på grundlag af AGMEMOD-modelberegningerne, at 2009 kan betragtes som repræsentativ for økonomien i svineproduktionen i perioden 2013-20.

Tabel 5.13.3 Budgetøkonomisk opgørelse af driftsøkonomien i slagtesvineproduktion

Udbytte	Kg	Stk.	Pris	Kroner
Slagtesvin a 106 kg lev. vægt	81,00	0,97	10,40	815,00
Produktionsafgift		0,97	5,85	-6,00
Selvdøde svin, destruktionsomk.		0,07	-47,00	-3,00
Smågrise, kg. lev. vægt	7,00	-1,03	235,00	-243,00
I alt				563,00
Stykomkostninger		Kg		
Startfoder pattegrise	5,50		2,20	12,00
Fuldfoder frav. grise	36,50		1,74	64,00
Fuldfoder slagtesvin	202,00	192,00	1,39	267,00
Halm	6,00		0,50	3,00
Dyrlæge, E-kontrol m.m.				6,00
I alt				352,00
Dækningsbidrag pr. produceret slagtesvin (DBI)				211,00
Kapacitetsomkostninger				
Energi				14,35
Rentebelastning, besætning				7,83
Arbejdsindsats				53,15
Vedligeholdelse, inventar				10,07
Afskrivning, inventar				17,90
Rentebelastning, inventar				4,47
Energiafgift				1,30
Forsikringer				4,53
Diverse omkostninger				10,14
Vedl. Og afskrivninger				34,36
Rentebelastning, bygninger				34,54
I alt				192,63
Dækningsbidrag pr. produceret slagtesvin (DBII)				18
Dækningsbidrag pr. DE (DBII)				643

Kilde: Egne beregninger baseret på Fødevareøkonomisk Institut (2005) og Budgetkalkuler 2009.

Tabel 5.13.4 Budgetøkonomisk opgørelse af driftsøkonomien i produktion af smågrise

Søer med smågrise til 30 kg, p. 64

	Kg	Stk.	Pris	Kroner
Udbytte				
Smågrise, kg. lev. vægt	32,00	26,00	392,00	10.192,00
Udsætterso, kg sl. vægt	160,00	0,30	7,90	379,20
Produktionsafgift		0,30	14,65	-4,40
Sopolte slagtet		0,05	842,00	42,10
Gylte slagtet		0,05	969,00	48,45
Selvdøde søer, destruktionsomk.		0,10	-164,00	-16,40
Selvdøde grise, destruktionsomk.		4,93	-7,00	-34,51
Sopolte overført		-0,50	1600,00	-800,00
I alt				9806,45
Stykomkostninger		Kg		
Tilskudsoder, søer 22-24 %		277,00	2,21	612,00
Byg, købspris		555,00	1,06	588,00
Hvede, købspris		555,00	1,06	588,00
Fuldfoder, fravænnede grise, FEsv		1050,00	1,74	1827,00
Startfoder, pattegrise, FEsv		175,00	2,20	385,00
Halm		275,00	0,50	138,00
Dyrlæge, avl, kontrol				350,00
Dyrlæge, 7-30 kg			6,00	156,00
I alt				4644,00
<i>Dækningsbidrag pr. årsso (DBI)</i>				5162,45
Kapacitetsomkostninger				
Energi				411,97
Rentebelastning, besætning				167,11
Arbejdsindsats				1625,83
Vedligeholdelse, inventar				255,13
Afskrivning, inventar				529,20
Rentebelastning, inventar				133,69
Energiafgift				47,15
Forsikringer				88,64
Diverse omkostninger				182,58
Vedl. Og afskrivninger				650,80
Rentebelastning, bygninger				619,51
I alt				4711,61
<i>Dækningsbidrag pr. årsso (DBII)</i>				451
<i>Dækningsbidrag pr. DE</i>				1867

Kilde: Egne beregninger baseret på Fødevareøkonomisk Institut (2005) og Budgetkalkuler 2009.

En reduktion af svineproduktionen forudsættes ske som en proportional reduktion i svinebestanden bestående af søer, smågrise og slagtesvin. I 2008 var der ca. fire gange så mange slagtesvin som søer. Dette forhold er benyttet til at beregne omkostningerne ved en nedsættelse af en integreret produktion. Som det fremgår ved sammenligning af tabel 5.13.3 og 5.13.4 er der bedre økonomi pr. DE ved produktion af smågrise. Ud fra denne fordeling og reduktionsomfanget er de samlede driftsøkonomiske omkostninger ved en reduktion på hhv. 10 og 20 % beregnet i tabel 5.13.5. Af tabel-

len fremgår det, at der årligt vil være et driftstab på ca. 102 mio. kr. forbundet med en 10 % reduktion og det dobbelte ved en 20 % reduktion.

Da der er et driftsøkonomisk tab forbundet med en (tvungen) reduktion af svineproduktionen, vil der dannes en positiv pris på produktionskvoter til svin ved en sådan ordnings ikrafttræden.

Tabel 5.13.5 Driftsøkonomiske tab ved reduktion af svineproduktionen med hhv. 10 % og 20 %, kr.

År	DE 10 % reduktion	DE 20 % reduktion	Driftsøk. tab 10 %	Driftsøk. tab 20 %
2013	-	-	-	-
2014	102.229	204.459	102.644.283	205.288.565
2015	102.229	204.459	102.644.283	205.288.565
2016	102.229	204.459	102.644.283	205.288.565
2017	102.229	204.459	102.644.283	205.288.565
2018	102.229	204.459	102.644.283	205.288.565
2019	102.229	204.459	102.644.283	205.288.565
2020	102.229	204.459	102.644.283	205.288.565
Nutidsværdi mio. kr. (2009-2020)			488.634.383	977.268.765

Kilde: Egne beregninger

5.13.3. Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger ved nedbringelse af svineproduktionen

De velfærdsøkonomiske omkostninger i form af CO₂-skyggeprisen ved reduktion af svineproduktionen ses i tabel 5.13.6. Som det fremgår af tabellen, er omkostningen pr. ton CO₂-ækv. beregnet til 967 kr. uden værdien af sideeffekterne i form af reduceret kvælstof- og ammoniakudledning. Medregnes sideeffekterne, viser beregningerne en velfærdøkonomisk omkostning ved reduktion af svinebestanden på ca. 35 kr./ton CO₂-ækv.

Tabel 5.13.6 Velfærdøkonomiske omkostning. Reduktion af svineproduktionen med hhv. 10 % og 20 %, mio. kr.

	Driftsøk. Tab 10 %	Driftsøk. Tab 20 %	Værdi af N- red 10 %	Værdi af N- red 20 %	Værdi af NH3- red 10 %	Værdi af NH3- red 20 %	Netto omk. 10 %	Netto omk. 20 %	Reduktion ton CO ₂ - ækv. 10 %	Reduktion ton CO ₂ - ækv. 20 %
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	139	277	13	25	121	242	5	10	143.302	286.604
2015	139	277	13	25	121	242	5	10	143.302	286.604
2016	139	277	13	25	121	242	5	10	143.302	286.604
2017	139	277	13	25	121	242	5	10	143.302	286.604
2018	139	277	13	25	121	242	5	10	143.302	286.604
2019	139	277	13	25	121	242	5	10	143.302	286.604
2020	139	277	13	25	121	242	5	10	143.302	286.604
Sum	970	1.940	89	178	846	1.692	35	71	1.003.114	2.006.227
NPV										
2009- 2020	660	1.319	60	121	575	1.150	24	48	682.184	1.364.368
NPV Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.										35
NPV Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.										967

Kilde: Egne beregninger

5.13.4. Opsummering af beregningsresultater for reduktion af svineproduktionen

Den samlede klimaeffekt ved en reduktion af svineproduktionen fremgår af tabel 5.13.7. Som tabellen viser, vil der i 2020 blive fjernet ca. 143.000 ton CO₂-ækv. ved en 10 % reduktion af svineproduktionen og ca. 287.000 CO₂-ækv. ved en reduktion på 20 %. En reduktion af svineproduktionen fra år 2014 har også effekt på vandmiljøet i form af reduceret N-udvaskning samt ammoniakfordampningen.

Tabel 5.13.7 Effekt på udledninger i årene 2014-2020 ved reduktion af svineproduktionen med hhv. 10 % og 20 %

	Ammoniakreduktion Ton NH ₃ /år	Reduktion af udvaskning Ton N/år	Metan og lattergas 1000 ton CO ₂ -ækv./år
Reduktion af svineproduktion, 10 %	2.300	409	143
Reduktion af svineproduktion, 20 %	4.600	818	287

Kilde: Egne beregninger og Fødevareministeriet (2008)

Omkostningerne for den samlede landbrugssektor fremgår af tabel 5.13.8. Tabellen viser, at en reduktion på hhv. 10 og 20 % vil medføre omkostninger med en nutidsværdi på 489 hhv. 977 mio. kr.

Der er ikke beregnet administrationsomkostninger ifm. med dette tiltag. Det forventes, at kvoteomsætningen vil kunne administreres af landbrugserhvervet gennem en kvotebørs. Kontrol med overholdelse af kvotebegrænsningerne på bedriftsniveau vil kunne ske via gødningsregnskaberne, der også viser størrelsen af husdyrproduktionen på den enkelte bedrift. I hvilket omfang dette vil give anledning til øgede statslige administrationsomkostninger er ikke vurderet.

Tabel 5.13.8 Budgetøkonomiske omkostninger ved reduktion af svineproduktionen med hhv. 10 % og 20 %, mio. kr.

	2020	NPV (2009-2020)
Driftsøkonomisk tab, 10 %	102,6	489
Driftsøkonomisk tab, 20 %	205,3	977

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.13.9 opsummerer de samfundsøkonomiske omkostninger ved en reduktion af svineproduktionen. Tabellen viser, at sideeffekterne i form af reduceret N og NH₃ reducerer omkostningerne ved virkemidlet markant. Uden indregning af sideeffekter vil virkemidlet medføre en reduktionsomkostning på 967 kr./ton CO₂-ækv. Med indregning af sideeffekter reduceres CO₂-skyggeprisen til 35 kr./ton CO₂-ækv. Reduktion af svineproduktionen må således betegnes som et omkostningsmæssigt interessant klimapolitisk tiltag, hvis det ses i sammenhæng med vandmiljøpolitikken.

Tabel 5.13.9 Opsummering af velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger ved reduktion af svineproduktionen med hhv. 10 % og 20 %

			Resultat NPV (2009-2020) 10 %	Resultat NPV (2009-2020) 20 %
		Enhed		
Samfundsøkonomisk inkl. sideeffekter	skyggepris	Kr./ton CO ₂ -ækv.	35	35
Samfundsøkonomisk ekskl. sideeffekter	skyggepris	Kr./ton CO ₂ -ækv.	967	967

Kilde: Egne beregninger

5.13.5. Økonomisk analyse af bedste kvartil

Ovenstående beregningerne er baseret på gennemsnitstal, der afspejler en væsentlig lavere effektivitet end den, der gælder for de mest effektive bedrifter. Der foregår en betydelig strukturudvikling i landbruget, hvor mindre rentable bedrifter overtages af mere effektive. I løbet af analyseperioden 2013-20 vil der således ske betydelige ændringer i bedriftsstrukturen og dermed også i gennemsnitseffektiviteten. Det er derfor

relevant at se på den kvartil (25 %) af bedrifterne, der har den højeste lønningsevne. En sådan sammenligning kan vise den forskel, der omkostningsmæssigt vil være ved at reducere produktionen hos i de mest effektive svineproducenter.

For at udlede et forholdstal mellem gennemsnitlige svineproducenter og den bedste kvartil er der analyseret på rådata fra Fødevareøkonomisk Instituts regnskabsstatistik for 2007. Til analysen er udvalgt 102 specialiserede svinebedrifter (hvor mere end 2/3 af bedriftens standard-DB kommer fra svin). Der er efterfølgende beregnet lønningsevne pr. DE for samtlige bedrifter. Analysen viser en tydelig forskel i lønningsevnen for den bedste kvartil i forhold til gennemsnittet. Forskellen er beregnet til en faktor 1,7, hvilket vil sige, at lønningsevnen pr. DE er 70 % højere for den mest effektive fjerdedel af svineproducenterne sammenlignet med gennemsnittet.

Hvad besætningsstørrelse angår, er det gennemsnitlige antal dyreenheder for alle specialiserede svinebedrifter i stikprøven 285, mens det gennemsnitlige antal dyreenheder for den bedste kvartil er 338. Der er således en vis sammenhæng mellem bedriftsstørrelse og indtjening – til de større besætningers fordel.

Tabel 5.13.10 Lønningsevne for gennemsnittet og den bedste kvartil af svineproducenter

	Gennemsnit	Bedste kvartil	Forhold: kvartil/gns.
Lønningsevne/DE	4.989	8.393	1,7
Antal DE	285	338	1,2
Standard-DB i planteavl/DE	279	323	1,2
Driftsresultat før renter/DE	5.152	8.142	1,6
Rentebelastning/DE	3.264	3.156	1,0

Kilde: Egne beregninger

Med den store forskel i indtjening vil beregninger af omkostningen ved en reduktion af svineproduktionen foretaget udelukkende på gennemsnitstal undervurdere omkostningerne markant for de mest effektive. En proportional reduktion i svineproduktionen vil derfor være uforholdsmæssigt omkostningskrævende. Det er således væsentligt, at en eventuel regulering af svinebestanden sker gennem omsættelige produktionskvoter, så de mest effektive kan opretholde/udvide produktionen gennem kvote-køb.

5.14. Reduktion af malkekvægbestanden

Beregningsscenarierne omfatter en kvotereguleret reduktion på hhv. 10 og 20 % af malkekvægbestanden. Det forudsættes, at reguleringen sker ved anvendelse af omsættelige kvoter i lighed med markedet for mælkekvotes. Det antages, at kvotehandel vil blive iværksat i 2013 og reduktionen vil være fuldt implementeret fra 2014.

Udledningen af drivhusgasser fra kvæg er i Fødevareministeriet (2008) angivet til 5.250 kg CO₂-ækv. pr. årsko. En malkeko svarer ifølge husdyrbekendtgørelsen 0,85 DE.¹⁴ Udledningen svarer således til 4.463 kg CO₂-ækv.pr. DE. Dette er under forudsætning af at der ikke gennemføres yderligere tiltag til reduktion af udledningerne fra kvægproduktionen. Under antagelse om at de gødningsrelaterede tiltag (biogas og forsuring), der er analyseret i denne rapport, gennemføres, vil udledningen blive reduceret væsentligt. I det følgende forudsættes det, at det er besætninger, som ikke har gennemført tiltag til reduktion af CO₂-udledningen, der stopper.

Den samlede malkekvægbestand var i første kvartal af 2009 på 576.000 køer. Hvilket er en lille stigning i forhold til tidligere år. Stigningen skyldes en udvidelse af mælkeknoten og god økonomi i mælkeproduktionen på dette tidspunkt – et forhold der har ændret sig væsentligt som følge af faldende mælkepris. Baseret på fremskrivninger med AGMEMOD-modellen i afs. 2.2.1 forventes bestanden af malkekøer at falde fra det nuværende niveau på knap 580.000 stk. til ca. 500.000 i 2020. Det forventes således, at der uden specifikke tiltag vil ske en reduktion på over 10 % af malkekvægbestanden. Som det også fremgår af afs. 2.2.1, forventes mælkeydelsen pr. ko dog at stige, så mælkeproduktionen vil være nogenlunde konstant. Nedenstående beregninger af en 10 og 20 % reduktion af malkekvægbestanden er gennemført ud fra bestanden i basisåret 2009, hvorfor den faktiske reduktion er noget større end 10 og 20 % i analyseperioden 2013-20.

5.14.1. Omkostninger og klimaeffekter ved reduceret malkekvægbestand

En reduktion på 10 % svarer i 2009 til ca. 58.000 malkekøer og en 20 % reduktion til 115.000 køer. Omregnet til dyreenheder svarer en 10 % hhv. 20 % reduktion til

¹⁴ Siden denne undersøgelse blev påbegyndt, er en ny husdyrbekendtgørelse trådt i kraft (juli 2009). Bekendtgørelsen ændrer på opgørelsen af antal husdyr pr. DE i forhold til tidligere. Da dette ikke har betydning for beregningen af reduktionsomkostninger, indgår denne ændring ikke i rapportens analyser.

68.000 hhv. 136.000 DE. Reduktionspotentialet fremgår af tabel 5.14.1. En 10 % reduktion af malkekvægbestanden vil medføre en emissionsnedgang på ca. 302.000 ton CO₂-ækv./år. Tilsvarende vil en 20 % reduktion af malkekvægbestanden medføre en reduceret emission på ca. 605.000 ton CO₂-ækv./år.

Ammoniakemissionen fra malkekvægbestanden er i midtvejsevaluering af Vandmiljøplan III beregnet til 18.091 tons NH₃-N i 2007, hvilket svarer til 18,2 kg NH₃-N/DE (Waagepetersen et al. 2008). Det skal nævnes, at ammoniakemissionen i fremtiden forventes reduceret bl.a. pga. bedre staldsystemer. I nærværende analyse regnes der ud fra den nuværende teknologi, hvorfor ammoniakeffekten af en reduktion i malkekvægbestand muligvis overestimeres. Som for reduktionen i svin, antages det, at reduktionen indføres fra år 2014. Effekterne vil derfor først optræde fra år 2014 og frem. Det antages, at N-udvaskningen reduceres med 4 kg N/DE (Schou et al.2007). Klimaeffekten og reduktionsomfanget fremgår af tabel 5.14.1.

Tabel 5.14.1 Konsekvensskema for en reduktion af malkekvægproduktionen på hhv. 10 % og 20 %

	Enhed	Effekt 10 %	Effekt 20 %
Reduktion af kvægbestanden (2014-2020)	Antal DE	67.765	135.529
Driftsøkonomiske omkostninger	Mio. kr.(gns.2013-20)	-142	-284
Reduktion af metan og lattergas (gamle IPCC)	Ton CO ₂ -ækv./år	302.400	604.800
Reduktion af NH ₃	Ton NH ₃ /år	1.233	2.467
Reduktion af N-udvaskning	Ton N/år	271	542

Kilde: Egne beregninger samt Olesen (2009)

5.14.2. Driftsøkonomisk tab ved reduktion af malkekvægbestanden

Som nævnt er der sket en kraftig forringelse af indtjeningen i mælkeproduktionen pga. af faldende mælkepris. Fremskrivninger med AGMEMOD-modellen i afs. 4.5 (tabel 4.5.1) tyder ikke på en forbedring af mælkeprisen på længere sigt. Tværtimod viser fremskrivningen et realprisfald på knap 20 % frem til 2020 i forhold til 2009. Effekten på indtjeningen i mælkeproduktionen afbødes dog i nogen grad af lavere foderomkostninger. Samtidig øges produktiviteten gennem højere mælkeydelse pr. ko.

Tabel 5.14.2 Dækningsbidrag for malkekvæg

Malkekvæg, stor race				Budgetøkonomisk
Udbytte	Kg	Stk.	Pris	Kr.
Kg mælk leveret	9.280	9.500	2,20	20.416
Fedt %	4,20			
Protein %	3,40			
Udsætterkøer a 584 kg	280,00	0,42	17,50	2.058,00
Spædkalve a 40 kg		1,06	400,00	212,00
Slagtekvier a 454 kg	230,00	0,05	21,00	242,00
Kælvekvier a 600 kg		-	10.100	-
Sødmælk til kalve	50,00	210,00	1,76	370,00
I alt				23.298
Stykomkostninger	Fe	Kg		
C-blanding	521,00	453,00	1,58	
A-blanding		-	1,43	
Sojaskrå	940,00	790,00	1,75	
Byg, købspris	1.249,00	1.324,00	1,06	
Kalveblanding	100,00	100,00	1,75	
Sødmælk til kalve	50,00	210,00	1,76	
Mineralblanding			320	4.340
Byghelsæd			1,20	
Majsensilage	3.853,00		1,20	
Kløvergræsensilage	2.324,00		1,20	
Byghalm	161,00	831,00	0,50	7.828,00
Dyrlæge, avl, kontrol				2.250,00
I alt	9.198,00			14.418,00
<i>Dækningsbidrag pr. årsko (DBI)</i>				8.880
Kapacitetsomkostninger	2008			2009
Energi	40,88			42,19
Rentebelastning, besætning	205,11			211,68
Arbejdsindsats	4.616,38			4.764,10
Vedligeholdelse, inventar	697,39			719,71
Afskrivning, inventar	884,15			912,45
Rentebelastning, inventar	207,27			213,91
Energiafgift	40,88			42,19
Forsikringer	204,40			210,94
Diverse omkostninger	385,20			397,53
Vedl. Og afskrivninger	897,38			926,10
Rentebelastning, bygninger	1.886,97			1.947,35
Omkostninger vedr. grovfoder	1.270,45			1.311,10
I alt	11.336,47			11.699,24
<i>Dækningsbidrag pr. årsko (DBII)</i>				-2.819
<i>Dækningsbidrag pr. DE</i>				-2.396

Kilde: Budgetkalkuler (2009) og egne beregninger

Tabel 5.14.2 giver en detaljeret beskrivelse af økonomien i mælkeproduktionen med de i 2009 gældende pris- og produktivitsrelationer. Under disse forudsætninger er DBII beregnet til minus 2.400 kr. pr. DE. Til sammenligning var dækningsbidraget i 2008 ca. 1.700 kr. pr. DE (Fødevareministeriet, 2008). 2008 var dog et ekstraordinært godt år for mælkeproducenterne, hvorimod 2009 må betegnes som et dårligt år. Set over en femårig periode var DBII i snit 317 kr./DE. Tabel 5.14.3 viser de beregnede

økonomiske konsekvenser af en reduktion af malkekvægbestanden med hhv. 10 og 20 % i perioden 2014-20. Som det fremgår af tabellen viser beregningerne, at de forudsatte bestandsreduktioner vil være forbundet med betydelige besparelser for mælkeproducenterne – en logisk følge af det ovenfor beregnede negative DBII i mælkeproduktionen. Et resultat af denne art må naturligvis tages med forbehold. En negativ indtjening på længere sigt vil føre til produktionsophør for de producenter, der ikke er i stand til at forbedre indtjeningen gennem effektivitetsforbedringer. Denne problemstilling analyseres nærmere nedenfor.

Tabel 5.14.3 Driftsøkonomiske tab ved reduktion af malkekvægbestanden på hhv. 10 % og 20 %, kr.

	DE 10 % reduktion	DE 20 % reduktion	Nettotab 10 % reduktion	Nettotab 20 % reduktion
2013	-	-	-	-
2014	67.765	135.529	-162.388.023	-324.776.047
2015	67.765	135.529	-162.388.023	-324.776.047
2016	67.765	135.529	-162.388.023	-324.776.047
2017	67.765	135.529	-162.388.023	-324.776.047
2018	67.765	135.529	-162.388.023	-324.776.047
2019	67.765	135.529	-162.388.023	-324.776.047
2020	67.765	135.529	-162.388.023	-324.776.047
Nutidsværdi (2009-2020)			-773.042.292	-1.546.084.585

Kilde: Egne beregninger

5.14.3. Velfærdsøkonomiske reduktionsomkostninger ved nedbringelse af malkekvægbestanden

Med den negative indtjening i mælkeproduktionen opstår der ifølge beregningerne en win-win-situation ved reduktion af mælkeproduktionen. Som det fremgår af tabel 5.14.4 er reduktionsomkostningen pr. ton CO₂-ækv. beregnet til minus 725 kr. uden værdien af sideeffekterne i form af reduceret kvælstof og ammoniakudledning. Medregnes sideeffekter, giver det en negativ CO₂-skyggepris på 968 kr./ton CO₂-ækv.

Tabel 5.14.4 Velfærdsøkonomiske omkostninger ved reduktion af malke kvægbestanden med hhv. 10 og 20 %, mio. kr.

	Drifts- omk. 10 %	Drifts- omk. 20 %	N-red 10 %	N-red 20 %	NH ₃ - red 10 %	NH ₃ - red 20 %	Netto omk. 10 %	Netto omk. 20 %	Reduktion ton CO ₂ -ækv. 10 %	Reduktion ton CO ₂ -ækv. 20 %
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-219	-438	8	17	65	130	-293	-585	302.400	604.800
2015	-219	-438	8	17	65	130	-293	-585	302.400	604.800
2016	-219	-438	8	17	65	130	-293	-585	302.400	604.800
2017	-219	-438	8	17	65	130	-293	-585	302.400	604.800
2018	-219	-438	8	17	65	130	-293	-585	302.400	604.800
2019	-219	-438	8	17	65	130	-293	-585	302.400	604.800
2020	-219	-438	8	17	65	130	-293	-585	302.400	604.800
Sum	1.535	3.069	59	118	455	909	-2.048	-4.096	2.116.800	4.233.600
NPV (2009- 2020)	1.044	2.087	40	80	309	618	-1.393	-2.786	1.440	2.879
NPV Skyggepris med værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.									- 968	-986
NPV Skyggepris uden værdi af sideeffekter, kr./ton CO ₂ -ækv.									-725	-725

Kilde: Egne beregninger

5.14.4. Opsummering af beregningsresultater for reduktion af malkekvægbe- standen

Den samlede klimaeffekt ved en reduktion af malkekvægbestanden fremgår af tabel 5.14.5. Som tabellen viser, vil drivhusgasudledningerne årligt blive reduceret 237.000 ton CO₂-ækv. ved en 10 % reduktion af malkekvægbestanden og ca. 474.000 ton CO₂-ækv. ved en reduktion på 20 %. I forhold til svineproduktionen er det en væsentlig større effekt ved samme procentvise reduktion af bestanden. Det skyldes især det store metanudslip fra drøvtyggere. 302.000 ton CO₂-ækv./år. Tilsvarende vil en 20 % reduktion af malkekvægbestanden medføre en reduceret emission på ca. 605.000 ton CO₂-ækv./år.

Tabel 5.14.5 Klimaeffekt ved reduktion af malkekvægbestanden på hhv. 10 og 20 %, ton CO₂-ækv/år.

Reduktion i Malkekvæg- bestand		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Gens. 2013- 2020
10 %	Metan og lattergas	0	302.400	302.400	302.400	302.400	302.400	302.400	302.400	264.600
20 %	Metan og lattergas	0	604.800	604.800	604.800	604.800	604.800	604.800	604.800	529.200

Kilde: Egne beregninger og Olesen (2009)

En reduktion af malkekvægbestanden har som det fremgår af tabel 5.14.6 en positiv effekt på vandmiljøet i form af reduceret N-udvaskning. Ved en 10 % reduktion af kvægproduktionen kan der opnås en udvaskningsreduktion på ca. 2.000 ton N. Den beregnede effekt på vandmiljøet vil kun blive opnået, hvis der ikke gennem miljøreguleringen sker en stramning af den nuværende tilladte kvælstofudledning. Ved et evt. højere krav til udnyttelse af husdyrgødning vil effekten af N-reduktionen falde med stigningen i udnyttelseskravet.

Tabel 5.14.6 Effekt på vandmiljø ved reduktion af malkekvægbestanden

		2020
Effekt på vandmiljømålsætning 10 % red.	Samlet reduktion af N i Ton	1.897
Effekt på vandmiljømålsætning 20 % red.	Samlet reduktion af N i Ton	3.795

Kilde: Egne beregninger og Fødevareministeriet (2008)

Konsekvenserne for den samlede mælkeproduktion fremgår af tabel 5.14.7. Som nævnt er den beregnede indtjening i malkekvægholdet negativ. Tabellen viser på den baggrund, at en bestandsreduktion på 10 hhv. 20 % vil medføre omkostningsbesparelser (reducerede tab) med en nutidsværdi på ca. 1.137 hhv. ca. 2.273 mio. kr. i kvægproduktionen.

Der er ikke beregnet administrationsomkostninger ifm. med dette tiltag. Det forventes, at kvoteomsætningen vil kunne administreres af landbrugserhvervet gennem en kvotebørs. Kontrol med overholdelse af kvotebegrænsningerne på bedriftsniveau vil kunne ske via gødningsregnskaberne, der også viser størrelsen af husdyrproduktionen på den enkelte bedrift. I hvilket omfang det vil give anledning til øgede statslige administrationsomkostninger er ikke vurderet.

Tabel 5.14.7 Budgetøkonomiske driftsomkostninger/driftsøkonomisk tab, mio. kr.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	NPV 2009- 2020
Driftsøkonomisk tab 10 %	0	-162	-162	-162	-162	-162	-162	-162	-1.137
Driftsøkonomisk tab 20 %	0	-325	-325	-325	-325	-325	-325	-325	-2.273

Kilde: Egne beregninger

Tabel 5.14.8 opsummerer de samfundsøkonomiske omkostninger ved en reduktion af malkekvægbestanden. Da de beregnede reduktionsomkostninger er negative, fremstår tiltaget som en win-win-mulighed – et resultat, der skal tages med de tidligere nævnte forbehold. Som det fremgår af tabellen er CO₂-skyggeprisen beregnet til minus 968 kr./ton CO₂-ækv. med sideeffekter og minus 725 kr. uden værdien af sideeffekter i form af reduceret kvælstof og ammoniakudledning.

Tabel 5.14.8 Opsummerende tabel, reduktion af malkekvægbestanden

	Enhed	Periode	Resultat 10 %	Resultat 20 %
Reduktion af drivhusgasser	1000 ton CO ₂ -ækv.	Året 2020	302	604
Samfundsøkonomisk omkostning, inkl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009- 2020)	-968	-968
Samfundsøkonomisk omkostning, ekskl. sideeffekter	Kr./ton CO ₂ -ækv.	NPV (2009- 2020)	-725	-725
Årlige nettoomkostninger for landbruget	Mio. kr./år	Gens. 2013-20	-142	-284

Kilde: Egne beregninger

5.14.5. Økonomisk analyse af bedste kvartil

Ligesom for svineproduktion er der foretaget analyser af forskellen på de mest effektive bedrifter og gennemsnittet. Til at udlede et forholdstal imellem gennemsnitlige mælkeproducenter og den bedste kvartil er der analyseret rådata fra Fødevarøkonomisk Instituts Landbrugsstatistik (serie A 2007). Til analysen er udvalgt 109 specialiserede malkekvægbedrifter. Analysen viser en tydelig forskel i lønningsevnen for den bedste kvartil og gennemsnittet. Forskellen er beregnet til en faktor 1,8. Hvilket vil sige at lønningsevnen/DE er næsten dobbelt så høj for de mest effektive malkekvægproducenter.

Tabel 5.14.9 Lønningsevne for gennemsnitlige og bedste kvartil af mælkeproducenter

	Gennemsnit	Kvartil	Forhold Kvartil/gens
Lønningsevne/DE	2669,4	4890,9	1,8
Gens. DE	204,6	200,6	1,0
Std. DB/kvæg/DE	1056,4	1062,3	1,0
Std. DB i planteavl/DE	108,5	122,8	1,1
Driftsresultat før renter/DE	3.069,90	4.523,00	1,5
Rentebelastning/DE	3.251,12	3.366,99	1,0

Kilde: Egne beregninger

Generelt viser analysen af den bedste kvartil af både mælke- og svineproducenter, at der er en markant forskel på gennemsnittet og de mest effektives indtjening på driften.

Et loft, der reducerer den samlede malkekvægbestand, kan derfor blive dyrere fremover, såfremt loftet med tiden kommer til at begrænse de mest effektive producenters vækstmuligheder.

6. Nye prisfremskrivninger for brændsler og CO₂-kvoter

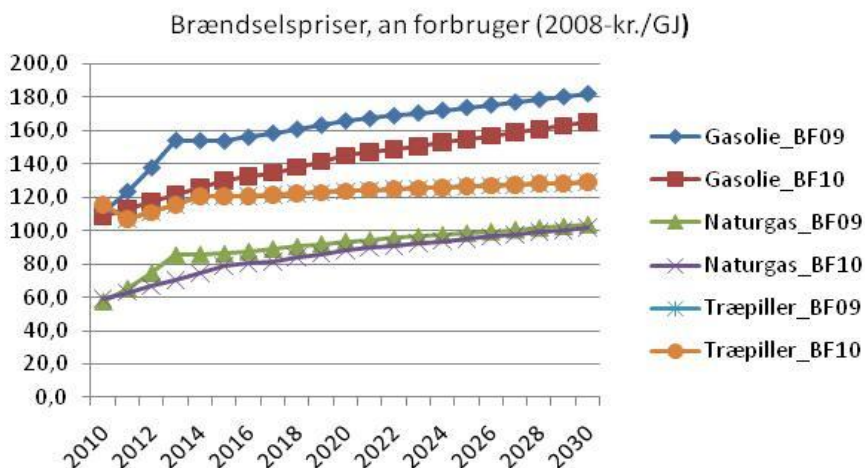
Omkostningsanalyserne i kap. 5 ovenfor blev gennemført under prisforventninger fra 2009. Nærværende kapitel indeholder en kvalitativ vurdering af nye energi- og kvoteprisforudsætningers betydning for de analyserede klimapolitiske virkemidler.

6.1. Ændrede prisforventninger

Energipriserne, herunder især olieprisen, har fluktueret kraftigt de seneste år. Fra medio 2007 til medio 2008 blev råolieprisen fordoblet fra omkring \$70 til \$140 per tønde. I januar 2009 var olieprisen faldet til omkring \$40 per tønde. Medio 2009 var olieprisen tilbage på \$70 per tønde. I første halvdel af 2010 har råolieprisen ligget på \$70-80 pr. tønde. De voldsomme prissvingninger afspejler sig i et vist omfang i Energistyrelsen publicerede forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. Af potentiel betydning for de landbrugsrelaterede virkemidler er ændrede forudsætninger mht. brændselspriser og CO₂-kvoteprisen.

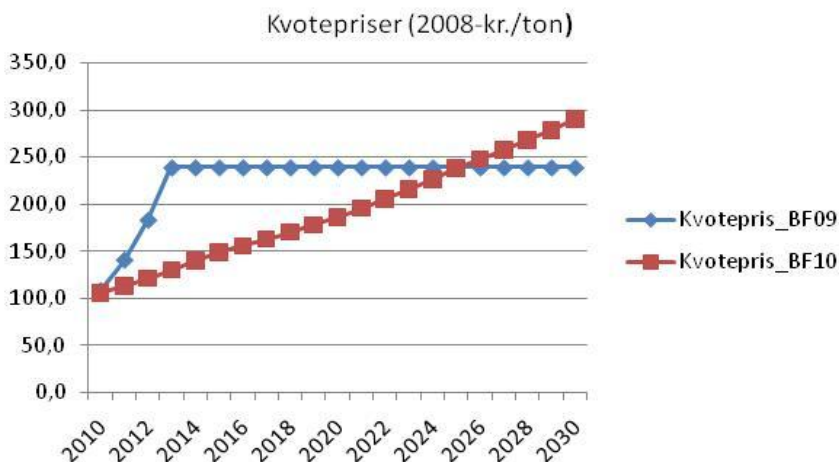
Figur 6.1 viser den forventede udvikling i energipriser i perioden 2010 til 2030, som de kommer til udtryk i hhv. Energistyrelsen (2009b) og Energistyrelsen (2010). Som det fremgår af figuren, forventes der primo 2010 en noget lavere stigningstakt for olieprisen sammenlignet med forventningerne i første halvdel af 2009. Forventningerne til naturgasprisens stigningstakt er kun er lidt lavere end tidligere. Her er der primært tale om en lavere stigningstakt i begyndelse af perioden. For biomasse, repræsenteret ved træpiller, er der ingen ændringer i den forventede prisudvikling.

Figur 6.1. Forventet udvikling i energipriser i Energistyrelsen (2009) og (2010)



EU's kvotesystem regulerer ca. halvdelen af Danmarks udledninger af drivhusgasser. Kvoterne kan frit handles i EU mellem virksomheder, der er omfattet af systemet. Tidligere forventedes det, at kvoteprisen ville stige med knap 150 % frem til 2013 for så at flade ud. Som det fremgår af figur 6.2, forventes der nu en jævn stigning i hele perioden 2010-30, således at kvoteprisen først i 2025 når det tidligere forventede 2013-niveau.

Figur 6.2. Forventet udvikling i CO₂-kvoteprisen i Energistyrelsen (2009) og (2010)



6.2. Konsekvenser af ændrede prisforudsætning for landbrugsrelaterede virkemidler

De analyserede landbrugsrelaterede virkemidler omfatter i alt 14 tiltag til reduktion af landbrugets udledning af drivhusgasser:

1. Husdyrgødning til biogas
2. Afbrænding af fiberfraktion i afgasset gylle
3. Afbrænding fiberfraktion i ubehandlet gylle
4. Forsuring af gylle
5. Øget fedt i foder til malkekøer
6. Nitrifikationshæmmere i kvælstofgødninger
7. Energipil
8. Efterafgrøder
9. Mellemafgrøder
10. Udtagning af højbundsarealer til græs
11. Udtagning af lavbundsarealer
12. Udtagning af højbundsarealer til skov
13. Reduktion af svinebestanden
14. Reduktion af kvægbestanden.

6.2.1. Konsekvenser af ændrede brændselsprisforventninger

Brændselspriserne har betydning for privat- og samfundsøkonomien i anvendelse af biomasse til energiproduktion. Det drejer i nærværende analyse om husdyrgødning til biogas og brændsel samt dyrkning af energipil. I de gennemførte analyser forudsættes det, at øget anvendelse af husdyrgødning til biogas og brændsel vil fortrænge naturgas i kraftvarmeproduktionen. Da forventningerne til naturgasprisens udvikling ikke er ændret væsentlig, har de nye brændselsprisforventninger ikke større betydning for analyseresultaterne, hvad disse virkemidler angår. For energipil antages det, at prisen på pileflis vil følge prisen på træflis/skovflis. Træflis indgår ikke i oversigten i figur 1, men det er rimeligt at antage, at træflis vil følge træpillers prisudvikling. Som det ses i figur 1, er der ingen ændringer i prisforventningerne for træpillers vedkommende.

Udtagning af landbrugsjord vil reducere forbruget af motorbrændstof. Det samme gælder overførsel af landbrugsarealer til dyrkning af energipil og skovrejsning. Da olieprisen har ringe betydning for økonomien i disse virkemidler, spiller de ændrede olieprisforventninger ikke nogen væsentlig rolle for analyseresultaterne. Heller ikke når det gælder reduktion af husdyrproduktionen, har de ændrede brændselsprisforventninger nogen væsentlig betydning.

6.2.2. Konsekvenser af ændrede CO₂-kvoteprisforventninger

I reduktionsomkostningsberegningerne indgår værdien af frigjorte CO₂-kvoter som en positiv sideeffekt af de relevante virkemidler. Kvoteprisen spiller derfor en rolle for de beregnede samfundsmæssige omkostninger ved anvendelse af virkemidler, der frigør CO₂-kvoter. Den samfundsøkonomiske værdi af CO₂-kvoter er opgjort til den forventede kvotepris i analyseperioden. I beregningerne er CO₂-kvoteprisen sat til 225 kr. pr. ton fra 2013 og fremefter. Som det fremgår af figur 2, indebærer de reviderede kvoteprisforventninger, at dette niveau først vil blive nået i 2025. De reviderede forventninger indebærer endvidere en antagelse om, at kvoteprisen vil fortsætte med at stige efter 2025. Dette spiller dog en mindre væsentlig rolle, da det drejer sig om ret få år, ligesom effekten af diskontering til nutidsværdi reducerer betydningen af denne ændring.

Kun ved anvendelse af virkemidlerne husdyrgødning til biogas og afbrænding af husdyrgødning er der tale om frigørelse af CO₂-kvoter. For husdyrgødning til biogas udgør værdien af frigjorte CO₂-kvoter knap 20 % af de samlede samfundsmæssige indtægter ved biogasproduktionen. For afbrænding af husdyrgødning er der tale om godt

10 %. Kvoteprisen har således en ikke uvæsentlig betydning for størrelsen af de beregnede samfundsmæssige reduktionsomkostninger for disse virkemidler. Den ændrede tidsprofil for kvoteprisudviklingen vil øge de beregnede reduktionsomkostninger og dermed reducere disse virkemidlers samfundsmæssige fordelagtighed. Det vil dog ikke ske i et omfang, som vil ændre afgørende på konklusionerne mht. de pågældende virkemidlers relative fordelagtighed.

6.2.3. Konsekvenser af ændrede prisforudsætninger for politiske implementeringsinstrumenter

I analysen af implementeringsinstrumenter indgår såvel økonomiske som administrative styringsinstrumenter til implementering af de analyserede virkemidler. Der indgår økonomiske styringsmidler i form af afgifter for følgende virkemidler: husdyrgødning til biogas, afbrænding af husdyrgødning, forsuring af gylle, øget fedt i foder til malkekøer og nitrifikationshæmmere, mens der for energipil og udtagning af omdriftsarealer er tale om tilskud. Da økonomiske styringsinstrumenter regulerer producentadfærden, er det drifts- eller budgetøkonomiske omkostninger, der er relevante i denne sammenhæng.

Olieprisen har ikke afgørende betydning for driftsøkonomien i de undersøgte virkemidler. Naturgasprisen har derimod væsentlig indflydelse på rentabiliteten i biogasproduktionen, ligesom prisen på træpiller har stor betydning for rentabiliteten i dyrkning af energipil. Som nævnt er der ikke tale om større ændringer i den forventede prisudvikling for disse energivarer. De ændrede prisforventninger har derfor ikke væsentlig betydning for konklusionerne mht. økonomiske styringsmidler.

7. English summary

The report “Economic Efficiency Assessment of Climate Measures for Agriculture” contains the contributions by the Institute of Food and Resource Economics to a Danish Government appraisal of greenhouse gas (GHG) reduction measures for sectors not included in the EU Emission Trading Scheme (EU ETS). These sectors comprise industrial enterprises not covered by the EU ETS, farming, transportation and households. All sources of nitrous oxide and methane emissions are also included in the non-ETS area. For these sectors the overall GHG reduction goal is 20 % by 2020. The purpose of the present study is to identify measures related to agriculture which can deliver cost-effective contributions to the required GHG reductions within the Danish non-ETS area.

7.1. Agricultural GHG mitigation measures

A total of 14 GHG mitigation measures are included in the assessment. Some of these measures are further broken down on soil types. The stipulated implementation period is 2013 to 2020. The GHG reduction potential, expressed in CO₂ equivalent (CO₂-eq.), is calculated as the sum of the effect on the emission of CO₂ (including changes in soil carbon sequestration), methane and nitrous oxide. The 14 mitigation measures are listed below (figures in brackets indicate the assumed implementation potential):

1. Livestock manure/slurry for biogas production (10 % of total slurry production)
2. Combustion of fibre fraction in biogas digested slurry (30 % of total slurry amount used in biogas production)
3. Combustion of fibre fraction in raw swine slurry (30 % of total swine slurry production)
4. Acidification of slurry (10 % of total slurry production)
5. Additional fat in diet for dairy cows (71 % of dairy cow stock)
6. Nitrification inhibitors in nitrate fertilisers (100 % of chemical fertilisers with nitrogen)
7. Energy willow (70,000 ha)
8. Catch crops (260,000 ha)
9. Short term catch crops (200,000 ha)
10. Conversion of arable land (not naturally wet) to permanent grass (100,000 ha)
11. Conversion of naturally wet arable land to permanent grass (15,000 ha)
12. Afforestation of arable land (50,000 ha)

13. Reduction of the pig stock (10 % and 20 % of the stock, respectively)
14. Reduction of the cattle stock (10 % and 20 % of the stock, respectively).

The mitigation measures and their assumed implementation potentials have been chosen in cooperation with the Faculty of Agricultural Sciences, Aarhus University. Marginal abatement cost functions are not available for any of these measures and it was beyond the scope of this investigation to estimate such functions. The levels of the implementation potential for the individual measures have been stipulated at a scale assumed to allow implementation at approximately constant marginal costs when using existing technologies. For some measures the specified implementation potential is limited by the assumptions of the overall Government appraisal of GHG reduction measures for the non-ETS area. The focus of the Government appraisal is on the identification of cost-effective GHG reduction potentials which are not already covered by existing policy programmes – such as the Danish Government's Green Growth programme. For example, when the present study was initiated the Green Growth programme stipulated that 40 per cent of the animal manure produced in Denmark should be used in biogas production by 2020. The 10 per cent specified here is in addition to this target. On the other hand, the implementation potential for the measure "Combustion of the fibre fraction in biogas digested slurry" is specified in relation to the 50 per cent target for the use of slurry in biogas production by 2020.

7.2. Calculation assumptions

The calculations show the social GHG mitigation cost for each of the specified measures expressed in DKK per ton CO₂-eq. Some of the policy measures provide ancillary benefits in terms of side effects arising incidental to GHG mitigation. The ancillary benefits comprised by the analysis are reduced nitrate and ammonia emissions and reduced CO₂ emissions (carbon credits) in sectors covered by the EU Emission Trading System (EU ETS). The social value of ancillary benefits is included in the calculations as negative costs and therefore deducted from the implementation costs. The stipulated implementation period for the mitigation measures is 2013 to 2020. Annual implementation costs and ancillary benefits over the life time of the investments are expressed in 2009 prices and discounted to 2009 using a social discount rate of 5 per cent (as prescribed by the Danish Ministry of Finance). The social mitigation cost for each measure is calculated as the sum of discounted implementation costs minus ancillary benefits divided by the sum of discounted annual GHG reductions measured in ton CO₂-eq. A number of the measures considered affect carbon sequestration in the soil. As it is uncertain if soil carbon sequestration will be included

in future climate agreements, mitigation costs are presented both with and without the effects on soil carbon.

The analysis does not include employment or balance of payment effects.

Definition of social costs

The calculation of social mitigation costs is based on welfare economic principles. Welfare economic costs express the changes in consumption possibilities for the Danish society which the implementation of a given mitigation measure would result in. Consumers' optimization of their consumption bundles is based on market prices including commodity taxes. Therefore, costs and benefits measured at factor prices are converted to the market/consumer price level using a standard conversion factor. The standard conversion factor specified by the Danish Ministry of Finance is 1.35.

Treatment of subsidies

Since they are based on welfare economic principles the calculations do not include intra-societal transfer payments (subsidies and taxes) from/to the Danish state. Subsidies from the EU, on the other hand, represent welfare gains for the Danish society and as such they are included in the calculations of social mitigation costs. However, EU support under the single payment scheme (approx. DKK 2,300 per ha) is a lump sum subsidy given regardless of land use. The support under this scheme is not affected by any of the analysed measures and therefore not included in the calculation of mitigation costs.

Social value of bio-energy in EU ETS sectors

Four of the mitigation measures considered involve the production of bio-energy. These measures are biogas from animal manure, combustion of the fibre fraction in two different kinds of slurry and energy willow. The bio-energy produced is assumed to displace fossil fuel (natural gas) in heat and power plants covered by the EU ETS. The social value of bio-energy in the ETS area comprises two elements: the value of the displaced fossil fuel and the value of the released CO₂ quotas in the EU ETS. Two different pricing options are used to express the social values of the bio-energy deliveries to the ETS area.

Willow chips are traded in the same markets as forest wood chips and wood pellets which are typically purchased by heat and power plants in the EU ETS area. With a

considerable import share the markets for wood chips and pellets appear to operate under competitive conditions. It is assumed, therefore, that the market prices of these products reflect their social value including the EU ETS price of carbon. In the present analysis the prices of willow and forest wood chips are forecasted to increase by rather more than 20 per cent in real terms from 2009 to 2020 due to increasing demand for bio-energy and CO₂ quotas.

Market conditions do not allow a similar approach what biogas and combustion of slurry fibre are concerned. In the absence of general marketing channels biogas is sold to a local heat and power plant or used at the biogas plant for the generation of power which is sold to the grid – at a guaranteed price considerably above the market price. For slurry fibre a market has not yet been established. The lack of competitive and transparent markets mean that observed prices cannot be considered as relevant proxies for social values. Instead, the social values of biogas and slurry fibre are estimated as the value of the fossil fuel displaced (minus extra combustion costs for fibre) plus the expected value of the released CO₂ quotas. The CO₂ quota price estimated by the Danish Energy Agency is 225 DKK per ton for the time horizon of the analysis.

CO₂ shadow price for the non-ETS area

For the non-ETS area the overall GHG reduction obligation for Denmark is 20 per cent by 2020. Reduction obligations cannot be transferred between the ETS and the non-ETS area. Accordingly, a cost-effective solution must be based on the marginal GHG mitigation costs within the non-ETS area in Denmark. This implies that alternative policy measures must be implemented from low end of the marginal mitigation cost curve until the 20 per cent reduction target has been realized. The marginal mitigation cost at this point is the CO₂ shadow price for the entire non-ETS area. Measures with higher mitigation costs than the CO₂ shadow price cannot contribute cost-effectively to the reduction target for this area.¹⁵ An official estimate of the CO₂ shadow price for the Danish non-ETS area is not yet available. However, the Danish Economic Councils have estimated a CO₂ shadow price of DKK 400 for the non-ETS area. This estimate is used in present report as a temporary benchmark for the assessment of the cost-effectiveness of the 14 policy measures considered.

¹⁵ Fulfilment of the renewable energy target of the EU climate and energy package may change this, however, but the renewable energy shadow price for Denmark is not yet known.

Social value of ancillary benefits

The ancillary benefits included in the calculations are reduced nitrate and ammonia emissions incidental to GHG mitigation. In addition, reduced CO₂ emissions in sectors covered by the EU ETS are also categorised as ancillary benefits. Reduced nitrate and ammonia emissions are evaluated at the marginal social costs of abatement – estimated (by the Danish Environmental Protection Agency) at 23 DKK¹⁶ per kg N and 39 DKK per kg NH₃-N respectively. As noted above, reduced CO₂ emissions in ETS sectors are assigned a value of 225 DKK per ton equal to the expected CO₂ quota price. In table 7.4.1 below mitigation costs are presented both with and without the social value of ancillary benefits.

Negative mitigation cost

For several of the investigated policy measures the social mitigation costs are negative. This means that implementation of the measure represents a win-win or no-regret solution to society. The occurrence of negative mitigation costs may be due to the fact that the measure represents a profitable economic activity, that the value of ancillary benefits exceeds the implementation costs, or that the measure diminishes an uneconomic agricultural activity. In the latter case the analysis indicate that (in the long run) it would be an economic gain for agriculture to abandon these activities. However, such results should be taken with caution. The profitability of agricultural production is calculated as the excess profit which remains when all factors of production including the invested capital and family labour have been remunerated at (stipulated) market rates. Thus, a calculated negative net return indicates that remuneration of capital and family labour is below the going market rates. However, this does not necessarily imply that farm income is negative or that factor remuneration is below the individual supply prices of own capital and family labour.

7.3. Calculated mitigation costs

Table 7.4.1 shows the assumed GHG reduction potentials of the analysed policy measures and the social mitigation cost per ton CO₂-eq.

¹⁶ One euro is equal to approximately 7.5 DKK.

Table 7.4.1 GHG reduction and social mitigation costs of analysed measures

Measure	GHG reduction in 2020 1000 ton CO ₂ -eq. ¹			Social mitigation cost DKK per ton CO ₂ -eq.		
	With soil carbon se- questration	Without soil car- bon se- questra- tion	With side effects, with car- bon se- questra- tion	Without side effects, with carbon sequestration	With side effects, without car- bon seques- tration	Without side effects, without car- bon seques- tration
Biogas from livestock slurry	45	58	-179	806	-137	619
Combustion of fibre from digested slurry	67	102	73	1,511	48	987
Combustion of fibre from raw swine slurry	104	174	1,031	2,585	617	1,548
Slurry acidification, cattle slurry	i.r.	19	i.r.	i.r.	-629	1,594
Slurry acidification, swine slurry	i.r.	28	i.r.	i.r.	-2,516	1,574
Additional fat in diet for dairy cows	i.r.	299	i.r.	i.r.	i.r.	269
Nitrification inhibitors	i.r.	350	i.r.	i.r.	i.r.	1,500
Energy willow, sandy soil	93	39	-1,630	-957	-3,945	-2,317
Energy willow, land naturally wet	93	39	-2,311	-1,638	-5,593	-3,965
Catch crops, sandy soil	105		-582	837		
Catch crops, clay soil	125		462	845		
Short term catch crops, sandy soil	73	i.r.	586	1,418	i.r.	i.r.
Short term catch crops, clay soil	73	i.r.	934	1,470	i.r.	i.r.
Arable land to permanent grass, sandy soil	167	74	-443	245	-980	541
Arable land to permanent grass, clay soil	167	74	37	548	81	1,211
Arable land naturally wet to permanent grass	169	15	-228	48	-2,572	539
Afforestation of arable land, sandy soil	305	23	-216	-89	-2,823	-1,165
Afforestation of arable land, clay soil	192	23	544	746	4,474	6,132
Reduction of pig herd, 10 %	i.r.	143	i.r.	i.r.	35	967
Reduction of cattle stock, 10 %	i.r.	302	i.r.	i.r.	-968	-725

Note: i.r. = Not relevant.

1. GHG reduction comprises displacement of fossil fuel (natural gas) and effects on methane and nitrous oxide emissions.

Livestock manure for biogas

At present 4 % of the livestock manure produced in Denmark is used in biogas production. As noted, when the present analysis was initiated the Government's Green

Growth programme stipulated that 40 per cent of the animal manure produced in Denmark should be used in biogas production by 2020. The 10 per cent considered here increases this to 50 %. The calculations assume that the biogas produced is used as a substitute for natural gas in combined heat and power plants covered by the EU ETS. The ancillary benefits are reduced nitrate emissions from biogas digested slurry as compared to untreated slurry and the social value of the carbon credits earned through the displacement of natural gas within the ETS area. The use of animal manure in biogas production decreases soil carbon sequestration. This is due to the fact that biogas digested slurry contains less carbon than untreated slurry when applied as fertilizer.

As can be seen in table 7.4.1 social mitigation costs are DKK 619 per ton CO₂-eq. without the value of ancillary benefits and without the (negative) effect on soil carbon sequestration. With the effect on soil carbon content included mitigation costs increase to DKK 806 per ton CO₂-eq. It is the assumption that the CO₂ shadow price for the non-ETS area is around DKK 400 per ton CO₂-eq. This means that the use of manure for biogas production does not qualify as a cost-effective GHG mitigation measure – as long as the social value of the ancillary benefits is not included.

After the inclusion of ancillary benefits the calculations show negative social mitigation costs of DKK 137 per ton CO₂-eq. without the effect on soil carbon sequestration. Carbon credits account for three fourths of the social value of the ancillary benefits. In other words, the inclusion of the ancillary benefits turns this measure into a win-win solution. With the effect on soil carbon included mitigation costs are minus DKK 179 per ton CO₂-eq. It may seem paradoxical that inclusion of the negative effect on soil carbon increases the social gain associated with this measure. The explanation is as follows: the mitigation cost per CO₂-eq. is calculated by dividing total mitigation costs by the GHG reduction in CO₂-eq. – that is, a fraction where the numerator is the reduction costs and the denominator is the reduced amount of GHG. The denominator is diminished when the negative effect on soil carbon is included while the numerator is unchanged. When mitigation costs are negative this results in a higher social gain. This pattern repeats itself for all measures representing a win-win situation in terms of negative mitigation costs and a negative effect on the soil carbon content.

Use of fibre fraction in animal slurry for fuel

The energy technology investigated is combustion of the fibre fraction from separated animal slurry at district heating plants. Two fibre sources are considered, undigested fibres from slurry used in biogas production and the fibre fraction in raw swine slurry. For biogas digested slurry separation is assumed to take place at the biogas plant whereas raw slurry is assumed to be separated on-farm. Due to differences in economies of scale on-farm separation is considerably more expensive than separation at a biogas plant. It is assumed that the fibre is used as a substitute for natural gas at district heating plants covered by the EU ETS. The ancillary benefits are reduced nitrate emissions from animal manure and carbon credits earned through the displacement of natural gas within the ETS area. Combustion of the fibre fraction reduces the supply of carbon to the soil and consequently decreases soil carbon sequestration.

For the fibre fraction in biogas digested slurry Table 7.4.1 shows that the social mitigation costs are DKK 1,511 per ton CO₂-eq. without the value of ancillary benefits, but with the (negative) effect on soil carbon sequestration. With ancillary benefits as well as the (negative) effects on soil carbon included the mitigation costs drop to DKK 73 per ton CO₂-eq. This makes combustion of biogas digested slurry a cost-effective mitigation measure for the non-ETS area, but mainly due to the social value of the ancillary benefits. The social value of reduced nitrate pollution accounts for two thirds of the ancillary benefits.

For the fibre fraction in raw swine slurry the social mitigation costs are DKK 2,585 per ton CO₂-eq. without the value of ancillary benefits, but with the (negative) effect on soil carbon sequestration included. With ancillary benefits as well as the (negative) effects on soil carbon included the mitigation costs are more than halved to DKK 1,031 per ton CO₂-eq. The higher mitigation costs for raw slurry as compared to biogas digested slurry are due mainly to the considerably higher on-farm separation costs for raw slurry. Assuming that the CO₂ shadow price for the non-ETS area is around DKK 400 per ton CO₂-eq. combustion of fibre from raw slurry does not qualify as a cost-effective GHG mitigation measure.

Slurry acidification

The primary purpose of slurry acidification is to reduce ammonia emissions from stables and manure storage facilities. Slurry acidification also reduces the emissions of the greenhouse gases methane and nitrous oxide and it is therefore incorporated in

this analysis as a potentially relevant GHG reduction measure. Acidification of slurry has no effect on soil carbon sequestration. Table 7.4.1 shows that acidification of slurry represents a win-win solution with negative mitigation costs when the ancillary benefits in terms of reduced ammonia emissions are included. Without the inclusion of the ancillary benefits the mitigation costs are close to DKK 1,600 per ton CO₂-eq. Thus, slurry acidification is mainly relevant as a policy measure to reduce ammonia emissions with GHG reductions as a side effect.

Additional fat in diet for dairy cattle

The emissions of methane from the digestive system of ruminant livestock can be significantly reduced by increasing the fat content in the diet. Due to limited experimental data this measure could be assessed for dairy cows only. It is assumed that 0.87 kg rape seed is substituted for 1.6 kg barley per dairy cow per day. As shown in the table 7.4.1 the social mitigation costs amount to DKK 269 per ton CO₂-eq. With a CO₂ shadow price of around DKK 400 per ton CO₂-eq. for the non-EU ETS area this measure must be considered as cost-effective.

Nitrification inhibitors

By adding nitrification inhibitors to nitrogenous fertilizer the emissions of nitrous oxide can be reduced. Table 7.4.1 shows that the social mitigation costs are DKK 1,500 per ton CO₂-eq. Thus, the reduction costs are far higher than the probable CO₂ shadow price for the non-EU ETS area.

Energy willow

The scenario presumes that during the period 2013-2020 energy willow is planted on 70,000 ha evenly distributed between sandy soils and land naturally wet. It is assumed that the willow chips produced are used as fuel in heat and power plants in EU ETS area. Willow chips, forest wood chips and wood pellets are relatively close substitutes. Since imports constitute a significant share of total supply it is unlikely that an increase in the Danish production of willow chips will significantly affect the price and demand for these products. In other words, the stipulated increase in the Danish willow chip production is not expected to significantly affect the total use of bio-fuel in the Danish EU ETS sectors. Consequently, the GHG reduction figures in table 7.4.1 do not include the bio-energy output resulting from the use of willow chips as fuel.

The GHG reduction figures presented in the table comprise reduced nitrous oxide emissions and reduced CO₂ emissions within the non-ETS area. The latter is due to reduced fuel consumption per hectare when arable crops are displaced by energy willow. In addition to GHG reductions conversion of arable land to energy willow will provide ancillary benefits in terms of reduced nitrate leaching and to a lesser extent reduced ammonia emissions. Finally, energy willow will enhance soil carbon sequestration.

Table 7.4.1 shows that energy willow represents a win-win solution with negative mitigation costs of close to DKK 1,000 per ton CO₂-eq. – even without the inclusion of ancillary benefits. This is due to the fact that, according to the calculations, energy willow is a profitable alternative to arable crops on the soil types considered here, that is sandy soils and land naturally wet. On these soils land rent in arable cultivation is low.

Catch crops

The primary purpose of catch crops following the main crop is to reduce nitrate leaching from arable land. The climate effects are limited to increased soil carbon sequestration plus a small reduction in the emissions of nitrous oxide. Therefore, the measure is primarily relevant in a climate policy context if soil carbon sequestration is included in the GHG accounting under a future climate agreement. As a result, mitigation costs for this measure are only calculated with soil carbon sequestration included. The ancillary benefits are reduced nitrate pollution.

Table 7.4.1 shows that mitigation costs on clay soil are between DKK 462 and 845 per ton CO₂-eq. depending on whether ancillary benefits are included. These amounts exceed the assumed CO₂ shadow price of around DKK 400 per ton CO₂-eq. for the non-EU ETS. On sandy soil the effect on nitrate leaching is considerably higher. Here catch crops represent a win-win solution with negative mitigation costs of DKK 582 per ton CO₂-eq. when ancillary benefits are included. If the ancillary benefits are not included the mitigation costs amount to DKK 837 per ton CO₂-eq. Thus, catch crops should mainly be regarded as an environment policy measure to reduce nitrogen leaching.

Short term catch crops

Normally catch crops following the main crop in autumn prevent the establishment of a winter crop. Short term catch crops permit sowing of winter cereals in autumn, but their effect on nitrate leaching and soil carbon sequestration is also reduced. Table 7.4.1 shows that mitigations costs range from barely DKK 600 to just under 1,500 per ton CO₂-eq. Thus, short term catch crops do not appear as a cost effective GHG mitigation measure.

Conversion of arable land to permanent grass

The scenario presumes that 100,000 ha (evenly distributed between sandy soils and clays soils) are transferred from arable farming to permanent grass during the period 2013-2020. Landscape maintenance is assumed to be in form of extensive grassing. Extensive grassing is assumed to provide a land rent around zero. The GHG reduction effects comprise reduced nitrous oxide emissions and reduced fuel consumption per hectare when arable crops are displaced by permanent grass. In addition conversion to permanent grass increases soil carbon sequestration. The ancillary benefits are reductions in nitrate leaching and ammonia emissions. Conversion of arable land to extensively grassed pasture is supported by annual subsidy of DKK 1.400 per ha. The EU covers 55 per cent of this amount while the rest is paid by the Danish state. As explained above subsidies from the EU are included in the social cost calculations as a welfare gain. Subsidies from the Danish state, on the other hand, are omitted as they represent internal transfer payments.

Table 7.4.1 shows that conversion of arable land on sandy soil to permanent grass is a win-win solution with negative social mitigation costs around DKK 440 per ton CO₂-eq. when ancillary benefits and soil carbon sequestration are included. Without ancillary benefits mitigations cost increases to DKK 245 per ton CO₂-eq. On clay soils the calculated mitigation costs are DKK 37 per ton CO₂-eq. when ancillary benefits and soil carbon sequestration is included. Without ancillary benefits the mitigations cost on clay soil is DKK 1,211 per ton CO₂-eq. Overall, conversion of land from arable farming to permanent grass can be considered as a cost-effective mitigation measure when ancillary benefits and soil carbon sequestration are included.

Conversion of naturally wet arable land to permanent grass

There are considerable environmental benefits associated with conversion of naturally wet arable land to permanent grass. This is true especially for peat soil where conversion to permanent grass will enhance carbon sequestration substantially. In addition to soil carbon sequestration, GHG effects comprise reductions in nitrous oxide and methane emissions plus reduced full consumption.

Ancillary benefits are reduced nitrate leaching.

Table 7.4.1 shows that conversion of naturally wet arable land to permanent grass is a win-win solution with negative social mitigation costs around DKK 228 per ton CO₂-eq. when ancillary benefits and soil carbon sequestration are included. Without ancillary benefits mitigations cost increases to DKK 48 per ton CO₂-eq. Thus, conversion of naturally wet arable land to permanent grass can be considered as a cost-effective mitigation measure when ancillary benefits and soil carbon sequestration are included.

Afforestation

The scenario presumes afforestation of 50,000 ha of arable land evenly distributed between sandy soils and clays soils. GHG reductions associated with afforestation come mainly from soil carbon sequestration. Afforestation of arable land provides ancillary benefits in terms of reduced nitrate leaching. As can be seen in table 7.4.1 there are great differences between mitigation costs by afforestation of clay soils and sandy soils. Afforestation of sandy soils represents a win-win solution whether or not ancillary benefits and soil carbon sequestration are included. Afforestation of clay soils, on the other hand, is associated with positive mitigation costs – ranging from DKK 544 per ton CO₂-eq. when ancillary benefits and soil carbon sequestration are included to DKK 6,132 without when ancillary benefits and soil carbon sequestration. However, afforestation of clay soils could still be a cost-effective policy measure if extra ancillary benefits can be provided, for example by afforestation of arable land in water catchment areas or areas with a great recreation potential.

Reduction of the pig herd

A reduction of the pig herd will reduce GHG emissions through lower methane and nitrous oxide emissions. In addition, there will be ancillary benefits in terms of reduced nitrogen leaching and ammonia emissions. With ancillary benefits included the calculated social mitigation costs are DKK 35 per ton CO₂-eq. – rising to DKK 967 per ton CO₂-eq. without the value of ancillary benefits. Thus, the ancillary benefits play a decisive role for the policy relevance of this measure. It should be noted that the emissions levels for methane, nitrate and ammonium are gradually being decreased through tighter environmental standards for new stables. Therefore, a reduction of the pig herd could become a more expensive mitigation measure in the future as the ancillary benefits are reduced due to environmental improvements.

Reduction of the dairy herd

A reduction of the dairy herd will reduce GHG emissions through lower nitrous oxide and especially methane emissions. In addition, there will be ancillary benefits in terms of reduced nitrogen leaching and ammonia emissions. The mitigation cost calculations indicate that a dairy herd reduction would be a win-win solution with mitigation costs close to minus DKK 1,000 per ton CO₂-eq. This result reflects that milk production is an uneconomic agricultural activity with a negative remuneration of family labour – according to the accountancy statistics used in this analysis. As noted above such results should be taken with caution. There is no doubt that average factor remuneration in milk production is relatively low, but the fact that Danish milk production has increased over the last few years indicate that producers' supply prices of own capital and labour may differ considerably from the assumptions used in the accountancy statistics.

Referencer

- AGMEMOD: Beregninger foretaget med AGMEMOD-modellen (modelbeskrivelse i Hanrahan, et al., 2008).
- Agrotech (2008): Kalkuler for energipil, Landscentret planteproduktion. <http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/info-planter/bioenergi-kalkuler.htm>.
- Anon. (2008): Evaluering af det generelle ammoniakkrav, maj 2008. Rapport udarbejdet af repræsentanter fra Dansk Landbrug, Dansk Svineproduktion, Landscentret, Dansk Kvæg, Fødevareøkonomisk Institut (Københavns Universitet), Danmarks Miljøundersøgelser (Aarhus Universitet), Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet (Aarhus Universitet) og Miljøstyrelsen.
- Arbejdsmarkedskommissionens delrapport: Arbejde, vækst og velfærd, september 2008.
- Bovbjerg, Anders (udateret): Morsø Bioenergi. Biomasse behandling og energiproduktion. Fra ide til Virkelighed. http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/infoplanter/plk09_shw_h1_2_a_bovbjerg.pdf
- Budgetkalkuler 2009: Budgetkalkuler for 2009 fra Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Århus.
- Damgaard, C., Erichsen, E. & Husum, H. 2001: Samfundsøkonomisk projektvurdering af skovrejsning ved Vollerup. Marts 2001, Skov- og Naturstyrelsen, København.
- Danmarks Statistik: Statistikbanken. www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1280
- Dansk Jordbrugsvidenskabelig Forskning, Statens Planteavlsforsøg (1996): Geografiske data hos Afd. For Arealanvendelse 1996, SP-rapport nr. 6, Forskningscenter Foulum, Tjele.

Dansk Landbrug, Dansk Svineproduktion, Landscentret, Dansk Kvæg, Fødevareøkonomisk Institut (Københavns Universitet), Danmarks Miljøundersøgelser (Aarhus Universitet), Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet (Aarhus Universitet) og Miljøstyrelsen (2008): Evaluering af det generelle ammoniakkrav.

Dansk Landbrugsrådgivning, 2009:

<http://app4.landscentret.dk/DyrkVejl/Forms/Main.aspx?page=Vejledning&cropID=10>

4

Dubgaard, Alex, Kurt Hjort-Gregersen, Carsten J. Nissen, Hanne L. Jespersen og Morten Gylling (2008): Økonomiske konsekvensberegninger for landbrugets virkemidler til reduktion af drivhusgasser, Del II af Landbrug og Klima - Analyse af landbrugets virkemidler til reduktion af drivhusgasser og de økonomiske konsekvenser, s. 61-146. Fødevareministeriet, december 2008.

www.fvm.dk/Ny_rapport.aspx?ID=36631

Dansk Skovforenings prisstatistik.

www.skovforeningen.dk/default.asp?m=71

De Økonomiske Råd (2009): Økonomi og Miljø 2009, De Økonomiske Råds Sekretariat, København.

Energistatistik 2007, Energistyrelsen, september 2008.

Energistyrelsen (2009a): En omkostningseffektiv klimastrategi 2013-20 - Analyse af omkostningseffektive initiativer for reduktion af drivhusgasudledninger inden for de ikke-kvoteregulerede sektorer, Metodenotat, 27. marts 2009.

Energistyrelsen (2009b): Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, maj 2009 (Priser på el og fjernvarme, emissioner m.m. 2008-2038 (regneark) opdateret til 2009-priser).

http://193.88.185.141/Graphics/Energipolitik/dansk_energipolitik/Beregningsforudsætninger_Maj_samlet.pdf

Energistyrelsen (2009c): Opgørelse af indfyret kapacitet for kvote/ikke-kvote virksomheder ekskl. ikke-energiproducenter. Tabeller fremsendt af kontoret for Klima og energiøkonomi, maj 2009.

Energistyrelsen (2009d): Værdi af biogas anvendt til kraftvarme i stedet for naturgas, Notatudkast af 12. maj 2009.

Energistyrelsen (2009e): Biogas i energiforsyningen, Notat, 26. januar 2009.

Energistyrelsen (2010): Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, april 2010.

www.ens.dk/Documents/Netboghandel%20-%20publikationer/2010/forudsætninger_for_samfundsøkonomiske_analyser_paa_energiomraade.pdf

European Commission (2009): Prospects for Agricultural Markets and Income in the European Union 2008 – 2015, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, March 2009.

FAPRI (2009): U.S. AND WORLD AGRICULTURAL OUTLOOK, January 2009, FAPRI Staff Report 09-FSR 1, Food and Agricultural Policy Research Institute, Iowa State University, University of Missouri-Columbia, Iowa, USA. <http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2009/>

Frederiksen, B.S. (1997): Driftstab ved etablering af denitrificerende tiltag (ændret afvanding). Internt MVJ-notat.

Freeman, A. M. (2003): The Measurement of Environmental and Resource Values, 2nd Edition, Resources for the Future, Washington D.C., USA.

Finansministeriet (1999): Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurdering. www.fm.dk/udgivelser/publikationer/vejsamf99/index.htm

Finansministeriet (2007). Fagligt udredningsarbejde om virkemidler i forhold til implementering af vandrammedirektivet”. Rapport fra Finansministeriet omfattende Virkemiddeludvalg I.

Jacobsen, B.H. (2004). Økonomisk slutevaluering af Vandmiljøplan II. Rapport nr. 169. Fødevareøkonomisk Institut.

Fødevareministeriet (2008): Landbrug og Klima - Analyse af landbrugets virkemidler til reduktion af drivhusgasser og de økonomiske konsekvenser. Fødevareministeriet, december 2008. www.fvm.dk/Ny_rapport.aspx?ID=36631

Fødevareministeriet (2009): Grove estimater over administrative omkostninger knyttet til FOI's forslag til klimatiltag i landbruget, notat dateret 7. maj 2009. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

Fødevareøkonomisk Institut: Landbrugsregnskabsstatistik 2008 serie A + flere årgange. www.foi.life.ku.dk/Publikationer/Statistikker/Landbrug.aspx

FOI 2005: Fødevareøkonomisk Institut Landbrugsregnskabsstatistik 2005 serie B & C. www.foi.life.ku.dk/Publikationer/Statistikker.aspx.

Graversen, Jesper T. & Morten Gylling (2002): Energiafgrøder til fastbrændselsformål - Produktionsøkonomi, håndteringsomkostninger og leveringsplaner, Working Paper, nr. 7, 2002, Fødevareøkonomisk Institut.
www.foi.life.ku.dk/Publikationer/working_papers.aspx#Tabel_2002

Grøn vækst (2009). Regeringen April 2009.
www.fvm.dk/Admin/Public/Download.aspx?file=Files%2fFiler%2fLandbrug%2fGroen_vækst%2fGROENVAEKST.pdf

Hanrahan, Kevin, Trevor Donnellan & Peter Howley (2008): Results of Policy Scenario Analysis, Agricultural Member State Modelling for the EU and Eastern European Countries (AGMEMOD 2020), AGMEMOD WP7 P12 D12, Agri-food projections for EU member states, 22 December 2008.

Jacobsen, B., m.fl. (2002): Håndtering af husdyrgødning, Fødevareøkonomisk Institut.

Jacobsen, B.H., Abildtrup, J.; Andersen, M., Christensen, T.; Hasler, B.; Hussain, Z.B.; Huusom, H.; Jensen, J.D.; Schou, J.S. og Ørum, J.E. (2004): Omkostninger ved reduktion af landbrugets næringsstoffab til vandmiljøet – Forarbejde til vandmiljøplan III. Rapport nr. 167. Fødevareøkonomisk Institut.

- Jacobsen, B.H., Hasler, B. og Hansen, L.B. (2009). Økonomisk midtvejsevaluering af Vandmiljøplan III, Notat fra Fødevareøkonomisk Institut under Københavns Universitet og fra Danmarks Miljøundersøgelser under Aarhus Universitet.
- Jensen, P.N., Iversen, T.M.; Jacobsen, B.H. og Waagepetersen, J. (2009): Notat vedr. virkemidler og omkostninger til implementering af vandrammedirektivet. Rapport udarbejdet til Virkemiddeludvalg II for By- og Landskabsstyrelsen.
- Jensen, Victor (2009): Personlig meddelelse. Direktør i Danske Fjernvarmeværkers Forening.
- Jørgensen, Uffe (2009): Personlig meddelelse, Seniorforsker ved Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet.
- Larsen, Søren Ugilt og Katrine Hauge Madsen (2008): Kalkuler for energipil, Landscentret Planteproduktion, AgroTech, oktober 2008
- Larsen, S.U., Søndergaard, S. og Holm, T.V. (2008): Produktion af Energi og Miljø ved dyrkning af pil på Miljøfølsomme arealer – Værdisætning af dyrkning af pil for landmanden. Rapport udarbejdet af AgroTech November 2008.
- Landbrug og Klima - Analyse af landbrugets virkemidler til reduktion af drivhusgasser og de økonomiske konsekvenser. Fødevareministeriet, december 2008. www.fvm.dk/Ny_rapport.aspx?ID=36631
- Madsen, Katrine Hauge & Søren Ugilt Larsen (2008): Afsætning af energipil. online publikation, Landscentret Planteproduktion, AgroTech. www.lr.dk/planteavl/informationsserier/info-planter/bioenergi-afsatn_energipil.htm
- Mikkelsen M.H., Gyldenkerne, S., Poulsen, H.D., Olesen, J.E. & Sommer, S.G. 2006: Emission of ammonia, nitrous oxide and methane from Danish Agriculture 1985 – 2002. Methodology and Estimates. National Environmental Research Institute, Denmark. 90 pp –Research Notes from NERI No. 231. <http://www.dmu.dk/Pub/AR231.pdf>

Miljøstyrelsen (2007): Omkostningseffektive tiltag i de ikke-kvotebelagte sektorer, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 22, 2007.

<http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2007/978-87-7052-490-2/html/default.htm>

Miljøstyrelsen (2009a): Beregningsforudsætninger for BAT-blad- Svovlsyrebehandling af gyllen i slagtesvinestalde samt Beregningsforudsætninger for BAT-blad- Svovlsyrebehandling af gyllen i kvægstalde.

Miljøstyrelsen (2009b): Forudsætninger for de økonomiske beregninger af BAT-teknologier. Revidering af økonomiske oplysninger i BAT-blade.

Møller, Jens & Henrik Martinussen (2009): Rapsfrø som fedtkilde til malkekøer, KvægInfo nr. 2010, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret.

www.landscentret.dk/kvaeg/informationsserier/kvaegforsk/2010.htm?print=yes

Nielsen, O-K., Winther, M., Mikkelsen, M.H., Gyldenkærne, S., Lyck, E., Plejdrup, M., Hoffmann, L., Thomsen, M., Fauser, P. (2008): Projection of Greenhouse Gas Emissions 2007 to 2025. National Environmental Research Institute, Denmark. NERI Technical Report no. 703.

Noppenau, Henrik (2009): Personlig meddelelse, Henrik Noppenau, funktionsdirektør, Dong Energy.

OECD (2009): Review of Baseline Projections for the 2009-2018 OECD-FAO Agricultural Outlook: Statistical Annex, Trade and Agriculture Directorate, March 2009.

Olesen, J.E., J.M. Andersen, B.H. Jacobsen, T. Hvelplund, U. Jørgensen, J. Schou, J. Graversen, T. Dalgaard og J.V. Fenham (2001): Kvantificering af effekt af mulige tiltag til reduktion af landbrugets emission af drivhusgasser. DJF-rapport nr. 48.

Olesen, J. E., Steen Gyldenkærne, Søren O. Petersen, Mette Hjorth, Mikkelsen, Brian H. Jacobsen, Lars Vesterdal, Anne Mette K. Jørgensen, Bent T., Christensen, Jens Abildtrup, Tove Heidmann og Gitte Rubæk(2004): Jordbrug og klimaændringer - samspil til vandmiljøplaner, DJF rapport Markbrug nr. 109. August 2004.

- Olesen, Jørgen E. (2009): Potentiale af udvalgte klimavirkemidler på jordbrugsområdet, Notat, Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø, 1. juli 2009.
- Olesen, Jørgen E. (2009): Personlig meddelelse, Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø.
- Petersen, Jens og Sørensen, Peter (2008): Gødningsvirkning af kvælstof i husdyrgødning – Grundlag for fastlæggelse af substitutionskrav. DJF Markbrug nr. 138, december 2008.
- Poulsen, Hanne Damgaard (2009): Personlig meddelelse, Institut for Husdyrbiologi og -sundhed, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet.
- Reddersen, Jens & Ib Krag Petersen (2004): Energipil som ynglehabitat for fugle i et dansk landbrugslandskab, Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift, 98(2004):21-32.
- Riber, Steen Vincens (2009): Personlig meddelelse, Steen Vincens Riber, divisionsdirektør, HedeDanmark a/s, Træ og Logistik.
- Rowe, R.L., Street N.R., Taylor G. (2009): Identifying potential environmental impacts of large-scale deployment of dedicated bioenergy crops in the UK, Renewable and Sustainable Energy Reviews no. 13, pp 271-290.
- Schou, J.S. 2003. Miljøøkonomisk analyse af skovrejsning og braklægning som strategier til drikkevandsbeskyttelse. Danmarks Miljøundersøgelser. 45 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 443. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>.
- Schou J.S., Kronvang, B., Birr-Pedersen, K., Jensen, P.L., Rubæk, G.H. Jørgensen, U. & Jacobsen, B. (2007): Virkemidler til realisering af målene i EUs Vandrammedirektiv. Udredning for udvalg nedsat af Finansministeriet og Miljøministeriet: Langsigtet indsats for bedre vandmiljø. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 132 s. –Faglig rapport fra DMU nr. 625.
<http://www.dmu.dk/Pub/FR625.pdf>

- Skov og Naturstyrelsen (2009): Privat skovrejsning - vejledning april 2009.
<http://www.skovognatur.dk/NR/rdonlyres/DC59E43C-E6A1-41BF-8D0D-CFBCA2505356/81193/Skovrejsningsvejledning2009rev5.pdf> .
- Skärbäck, E, & Becht, P. (2005). Landscape perspective on energy forest, Biomass Bioenergy 2005;28, pp 151–9.
- Stoholm, Peder (2009): Personlig meddelelse, Danish Fluid Bed Technology.
- Tafdrup, Søren (2008): Personlig meddelelse. Mail af 4. november 2008. Biogasspecialist Søren Tafdrup, Energiforsyning og vedvarende energi, Energistyrelsen.
- Vesterdal, Lars (2009): Personlig meddelelse seniorforsker Lars Vesterdal, Skov & Landskab, Københavns Universitet.
- Waagepetersen, J., Grant, R., Børgesen C. D & Iversen, T.M.(2008): Midtvejsevalue-ring af Vandmiljøplan III. DJF,DMU, December 2008.
- Weisbjerg, Martin Riis (2009): Foderplaner: kontrol, 400 g veg. fedt og 400 g fedt fra rapsfrø. Ikke-publiceret regneark, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet.
- United States Department of Agriculture (2009): USDA Agricultural Projections to 2018, Interagency Agricultural Projections Committee, February 2009.